SUOMEN GEOLOGINEN KARTTA 1 : 100 000
GEOLOGICAL MAP OF FINLAND 1 : 100 000

KALLIOPERÄKARTTOJEN SELITYKSET
EXPLANATION TO THE MAPS OF
PRE-QUATERNARY ROCKS

LEHTI 1132

SHEET 1132

Veli Suominen, Pia Fagerström ja Markus Torssonen

Rauman kartta-alueen kallioperä

Summary: Pre-Quaternary rocks of the Rauma map-sheet area

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS
GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND

ESPOO 1997

SUOMEN GEOLOGINEN KARTTA — GEOLOGICAL MAP OF FINLAND
1 : 100 000

Kallioperäkarttojen selitykset, lehti 1132
Explanation to the maps of Pre-Quaternary rocks, sheet 1132

Veli Suominen, Pia Fagerström ja Markus Torssonen

RAUMAN KARTTA-ALUEEN KALLIOPERÄ

Summary: Pre-Quaternary rocks of the Rauma map-sheet area

Geologian tutkimuskeskus — Geological Survey of Finland

Espoo 1997

Suominen, V., Fagerström, P. & Torssonen, M. 1997. Rauman karttaalueen kallioperä. Summary: Pre-Quaternary rocks of the Rauma mapsheet area. *Geological Map of Finland 1 : 100 000. Explanation to the maps of Pre-Quaternary rocks, Sheet 1132.* 54 pages, 35 figures and 3 appendices..

The map sheet, Rauma 1132, covers both inland areas and some of the Bothnian Sea islands. The Pre-Quaternary rocks are dominated by Svecofennian supracrustal rocks, synorogenic granitoids, anorogenic rapakivi granites and post-Jotnian diabases.

The supracrustal rocks, i.e. mica gneisses and amphibolites, are intruded by felsic plutonic rocks, granodiorites, tonalites, trondhjemites and quartz diorites. Mafic plutonic rocks are rare.

The mica gneisses are migmatized and contain intercalated amphibolites and hornblende gneisses. Some of the contacts of mica gneisses with plutonic rocks are conformable, and the various plutonic rocks often grade into one another without distinct contacts.

The plutonic rocks show preferred orientation, in places being even gneissose. Their schistosity follows that of the mica gneisses, all having undergone regional deformation. The dominant schistosity is in the axial plane of folded migmatitic mica gneisses. The supracrustal rocks have undergone medium-grade metamorphism.

The Laitala rapakivi granite batholith extends as a narrow strip to the northeastern and southeastern corners of the map sheet. The Eurajoki rapakivi granite stock is well exposed in the northeastern corner of the map-sheet area.

The rapakivi granites are crosscut and overlain by post-Jotnian medium-grained, subophitic olivine diabase intrusions.

The paper is in Finnish, with the figure and table captions and summary in English.

Key words (GeoRef Thesaurus, AGI): areal geology, explanatory text, bedrock, gneisses, plutonic rocks, granites, rapakivi, diabase, petrophysics, structural geology, absolute age, Proterozoic, Raumä, Eurajoki, Finland

Veli Suominen
*Pia Fagerström **
Markus Torssonen

Geological Survey of Finland
P.O. Box 96
FIN-02151 Espoo
Finland

E-mail Veli.Suominen@gsf.fi

* *Present address:*
Boliden Ab
Prospektering
S-93681 Boliden
Sweden

ISBN 951-690-645-1

Vammalan Kirjapaino Oy 1997

Suominen, V., Fagerström, P. & Torssonen, M., 1997. Rauman kartta-alueen kallioperä. Summary: Pre-Quaternary rocks of the Rauma map-sheet area. *Suomen geologinen kartta 1 : 100 000, Kallioperäkarttojen selitykset, 1132 Rauma.* 54 sivua, 35 kuvaa ja 3 liitettä.

Rauman kartta-alueeseen 1132 kuuluu sekä mannerta että Selkämeren saaristoa. Kallioperää hallitsevat svekofenniset pintakivilajit, synorogeeniset granitoidit sekä anorogeeninen rapakivigraniitti ja postjotuniset diabaasit.

Pintakivilajeihin, kiillegneisseihin ja amfiboliitteihin on työntynyt felsisiä syväkiviä, granodioriitteja, tonaliitteja, trondhjemiitteja ja kvartsidioriitteja. Mafisia syväkiviä on niukasti.

Kiillegneissit ovat migmatiittiutuneita, ja niissä on välikerroksina amfiboliittia ja sarvivälkegneissiä. Osa kiillegneissien ja syväkivien välisistä kontakteista on konformeja. Samoin eri syväkivityypit vaihettuvat usein toisikseen ilman selvärajaisia kontakteja.

Syväkivet ovat suuntautuneita, paikoin jopa gneissimäisiä. Niiden liuskeisuus noudattaa kiillegneissien suuntausta. Ne ovat kaikki alueellisen deformaation muovaamia. Pääliuskeisuuden suunta on poimuttuneiden migmatiittisten kiillegneissien akselitasossa. Pintakivilajien metamorfoosi on keskiasteinen.

Karttalehden koillis- ja kaakkoiskulmissa on kapea kaistale Laitilan rapakivibatoliittia. Kartta-alueen koillisosassa on hyvin paljastuneena Eurajoen rapakivigraniittistokki. Rapakiviä leikkaavat ja peittävät postjotuniset oliviinidiabaasi-inruusiot, jotka ovat keskirakeisia ja subofiittisia tekstuuriltaan.

Teksti on suomeksi. Kuva- ja taulukkotekstit sekä summary ovat myös englanniksi.

Avainsanat (Fingeo-sanasto, GTK): aluegeologia, karttaselitykset, kallioperä, gneissit, syväkivet, graniitit, rapakivi, diabaasi, petrofysiikka, rakennegeologia, absoluuttinen ikä, proterotsooinen, Rauma, Eurajoki, Suomi

Veli Suominen
*Pia Fagerström **
Markus Torssonen

Geologian tutkimuskeskus
PL 96
02151 Espoo

** Osoite nykyään:*
Boliden Ab
Prospektering
S-936 81 Boliden
Sverige

Sähköposti: Veli.Suominen@gsf.fi

ISBN 951-690-645-1

SISÄLLYSLUETTELO–CONTENTS

Tutkimusvaiheet 7
Kallioperän yleispiirteet 9
Pintakivilajit 9
Kiillegneissit 9
Sarvivälkegneissit ja amfiboliitit 15
Syväkivet 16
Synorogeeniset syväkivilajit 16
Hornblendiitit, gabrot ja dioriitit 18
Trondhjemiitit, tonaliitit, granodioriitit ja kvartsidioriitit 20
Graniitit ja pegmatiitit 24
Migmatisaatio ja granitisaatio 25
Anorogeeniset syväkivilajit 27
Rapakivigraniitit 27
Eurajoen rapakivistokki 27
Kvartsiporfyyrijuonet 29
Puolipinnalliset intruusiot 30
Postjotuniset diabaasit 30
Tiiviit diabaasit 32
Metamorfoosi 33
Rakennegeologia 34
Kallioperän ikäsuhteet 38
Kivilajien petrofysikaaliset ominaisuudet 40
Taloudellisia aiheita 47
Retkeilykohteita 48
Summary: Pre-Quaternary rocks of the Rauma map-sheet area 49
Supracrustal rocks 49
Plutonic rocks 49
Rapakivi granites 50
The Eurajoki stock 50
Hypabyssal rocks 50
Post-Jotnian diabases 50
Metamorphism and deformation 51
Radiometric ages 51
Petrophysical properties 51
Economic geology 51
Viitteet – References 52
Liite 1. – Appendix 1. Mooditaulukot – Modal Analyses
Liite 2 . – Appendix 2. Kemialliset analyysit - Chemical analysis
Liite 3. – Appendix 3. U - Pb analyysitulokset Lähteenmäen tonaliitista –
The Lähteenmäki tonalite U - Pb analytical data

TUTKIMUSVAIHEET

Rauman karttalehtialueen (1132) kallioperää on tutkittu ja siitä on tehty lukuisia julkaisuja vuosisadan vaihteesta lähtien. Rauman alue sisältyy 1 : 400 000-mittakaavaisen vuorilajikartan lehden Tampere, B 2, alueeseen (Sederholm 1903, 1913). Osasta karttaa on erilaisia alueellisia tai litologisesti rajattuja tutkimuksia (Laitakari 1925; Eskola 1942, 1952; Tikkanen 1977). Hietasen (1942, 1943) tekemät kartoitukset Uudenkaupungin ja Kalannin ympäristössä ulottuvat myös Rauman karttalehden eteläosiin. Arth et al. (1974, 1978) ovat tutkineet geokemiallisesti syväkivien geneettisiä yhteyksiä Uudenkaupungin alueella. Tutkimus ulottuu myös Rauman karttalehden eteläosaan. Kartta-alueen diabaaseja ovat tutkineet Kahma (1951) ja Hämäläinen (1985, 1987). Eurajoen rapakivistokista on useita julkaisuja (Haapala 1973, 1974, 1977, 1978, 1986, 1989; Haapala ja Ojanperä 1969, 1972a, Haapala ja Kinnunen 1979). Karttalehden länsireunassa on vähäinen kaistale Laitilan rapakivibatoliittia, jota mm. Vorma (1976, 1986) ja Vaasjoki (1977) ovat tutkineet. Eurajoella Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristön kallioperää on kartoitettu Teollisuuden Voima Oy:n toimeksiannosta ydinjätteen loppusijoitustutkimusta varten. Tutkimusten tuloksia on julkistettu voimayhtiöiden ydinjätetoimikunnan (YJT) raporteissa, jotka käsittelevät Olkiluodon kallioperän geologisia, hydrologisia, geofysikaalisia ja kalliomekaanisia tutkimustuloksia. Alueen kivilajeja ja niiden rakennusgeologisia ominaisuuksia ovat YJT:n raporteissa selvittäneet Ahokas ja Äikäs (1991), Ikävalko ja Äikäs (1991), Hinkkanen ja Öhberg (1991); Anttila (1992) sekä Saksa (1993).

Rauman alueelta on julkaistu 1 : 100 000-mittakaavainen maaperäkartta ja sen selitys (Lindroos (1973), Lindroos et al. (1983). Lisäksi Rauman kallio- ja maaperämuodostumien pinnanmuotoja on tutkinut Tikkanen (1981).

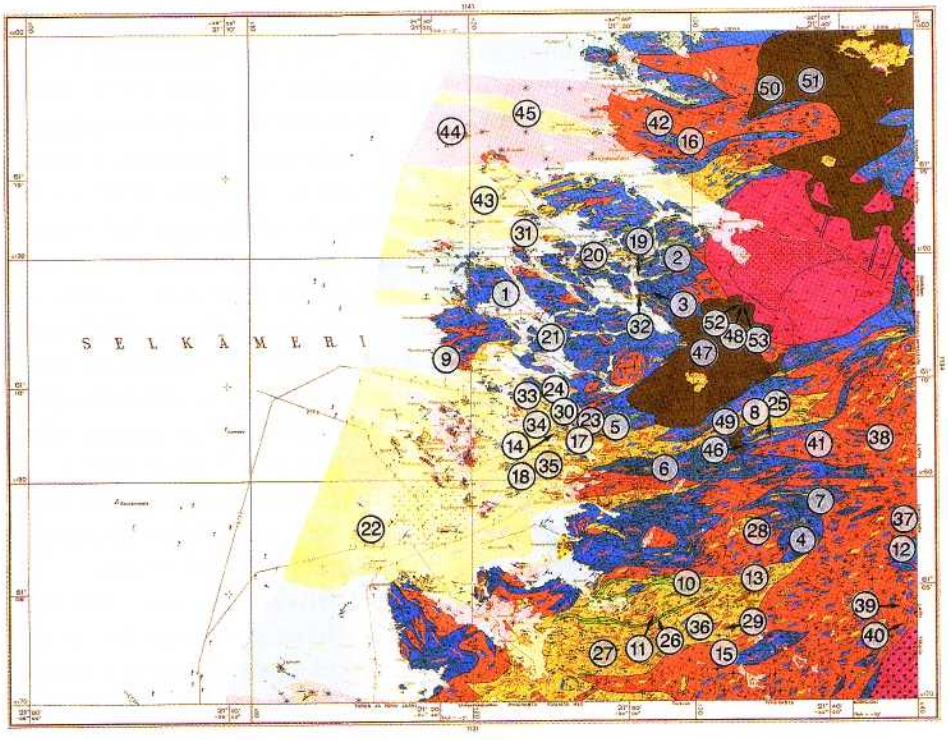
Vuonna 1973 Matti Laitala ja Seppo Aaltonen aloittivat Rauman 1 : 100 000-mittakaavaisen kallioperäkartan kenttätyöt. Heidän havaintojaan on kartan laadinnassa kiitollisuudella hyödynnetty. Maastotutkimuksia jatkettiin yhtäjaksoisesti kesinä 1990–92. Työhön osallistuivat Veli Suominen ja Markus Torssonen sekä kesällä 1990 Pasi Virtanen ja Pia Fagerström ja kesällä 1991 Antti Mustonen.

Karttalehtiselityksen valokuvat ovat näiden kartoittajien ottamia. Kuvissa näkyvän tunnuslaatan pituus on 12 cm. Karttalehtialueen kivilajeista on tehty ikämääritykset Sorkan diabaasi-intruusiosta (Suominen 1991 b), Eurajoen rapakivigraniitista (Vaasjoki 1977) sekä tässä julkaistava ikä Rauman Lähteenmäen tonaliitista.

Alueen tyyppikivilajeista on otettu 46 näytettä, joista on valmistettu ohuthieet ja laskettu modaalinen koostumus. Tulokset on koottu mooditaulukoihin, jotka ovat liitteessä 1. Samoista kivistä on tehty kokokivianalyysit röntgenfluoresenssimenetelmällä GTK:n kemian laboratoriossa Otaniemessä (liitteen 2 taulukot 1–4).

GTK:n petrofysiikan laboratoriossa mitattiin karttalehtialueelta 442 näytettä, joiden mittaustuloksia käsitellään luvussa Kivilajien petrofysikaaliset ominaisuudet.

Tekijät kiittävät FT Olavi Kouvoa ikämäärityksistä ja kannustavista keskusteluista. Geofyysikot Meri-Liisa Airo ja Heikki Säävuori työstivät näytteiden



Kuva 1. Analysoitujen näytekivien ottopaikat Rauman kallioperäkartalla.
Fig. 1. Rauma map sheet showing sites of rock samples taken for chemical and modal analyses.

petrofysiikan ainestosta diagrammeja ja osallistuivat mittaustuloksia käsittelevän luvun kirjoittamiseen. Kartanpiirtäjä Liisa Sirén digitoi kartan ja avusti tekstin piirrosten viimeistelyssä. Kiitämme kenttätyöhön osallistuneita ja kemialliset analyysit tehnyttä kemisti M.-L. Hagel-Brunnströmiä. Valtiongeologi Tapio Koistinen tarkasti käsikirjoituksen, ja rouva Gillian Häkli käänsi ja tarkasti englanninkieliset tekstinosat.

KALLIOPERÄN YLEISPIIRTEET

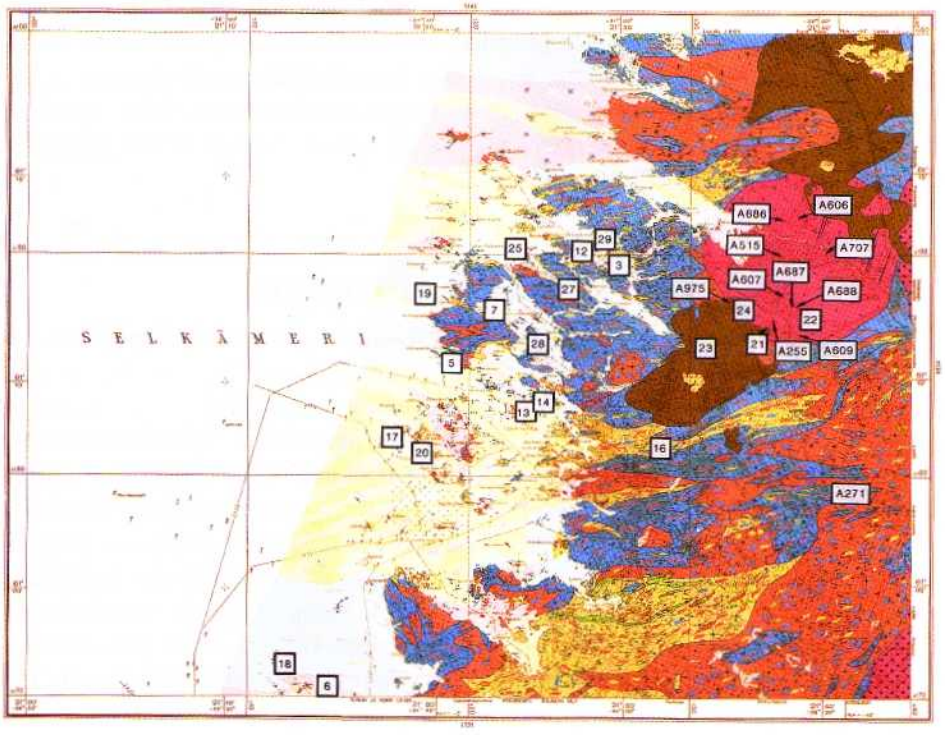
Rauman karttalehtialueella kallioperä on hyvin paljastunutta lukuun ottamatta lähinnä peruskarttalehtien 11 ja 12 soita ja savikoita. Rauman kartta-alue sijaitsee svekofennisen liuskejakson länsipään pohjoisosassa Laitilan rapakivibatoliitin kupeessa. Se koostuu pääasiassa proterotsooisista metasedimenteistä ja syväkivistä. Pintasyntyisistä kivilajeista on eniten kiillegneissejä. Sarvivälkegneissejä, amfiboliitteja ja uraliittiporfyriitteja on niukasti, kapeina vyöhykkeinä. Pintakiviin on tunkeutunut etupäässä kvartsi-maasälpävaltaisia eli felsisiä syväkiviä. Felsisiä syväkiviä on lisäksi kaikkialla migmatisoivana aineksena sekä leikkaavina juonina. Mafisia syväkiviä on yksittäisinä pahkuina ja sulkeumina. Kartta-alueen koilliskulmaa peittää Eurajoen rapakivigraniittistokki ja laaja-alaiset postjotuniset oliviinidiabaasit. Tiiviitä diabaasijuonia on useita karttalehden pohjois- ja keskiosissa.

Kuvaan 1 merkityistä paikoista on otettu näytteet kemiallista analyysia varten ja niistä on määritetty myös modaalikoostumus. Kuvan numerot viittaavat kirjoituksen taulukoiden ja kuvien numeroihin. Kuvassa 2 on vastaavasti valokuvien ja ikämääritysnäytteiden ottopaikat.

PINTAKIVILAJIT

Kiillegneissit

Rauman kartta-alueen kiillegneissit ovat kaikki jonkin verran migmatoituneita. Kiilleliuskeita tai muita laaja-alaisesti hyvin säilyneitä kivilajiosueita ei ole. Luvian karttalehden (1141) eteläreunalla olevien, migmatoitumattomien kiillegneissien on oletettu jatkuvan myös Rauman lehdelle, vaikka osalehden 12 pohjoisosa on huonosti paljastunutta. Selvimmin sedimenttisyntyinen alkuperä on nähtävissä osalehtien 07, 08 ja 09 kiillegneisseissä (kuva 3). Niissä on kvartsi-maasälpä- ja biotiittivaltaisia kerroksia. Kvartsi-maasälpävaltaiset kerrokset ovat vaaleansiniharmaita ja noin 10–30 cm paksuisia. Ne ovat alkuaan hiekkaisia eli psammiittisia kerroksia. Biotiittivaltaiset kerrokset ovat ruskeanharmaita ja 5–15 cm paksuja, ja ne ovat alkuaan savisia eli peliittisiä kerroksia. Parhaiten säilyneissä kiillegneisseissä nämä kerrokset erottuvat hyvin toisistaan ja muistuttavat turbidiitien vuorottaisia kerroksia. Tosin kerrosten nykypaksuus ei vastaa alkuperäistä, koska koko alue on deformoitunut laaja-alaisessa poimu-



Kuva 2a. Valokuvien ja ikämääritysnäytteiden ottopaikat.
Fig. 2: Sites of photographs and of sampling for radiometric age determinations.
□ - valokuva - *photograph*
▭ - ikämääritys - *age determination*

03	06	09	12
02	05	08	11
01	04	07	10

Kuva 2b. Alueen 1:20 000-mittakaavaisten karttojen lehtijako, jota on käytetty paikanmääritykseen tekstissä, kuvissa ja taulokoissa.
Fig. 2b. Subdivison of the 1:20 000 map sheets used to localize observations referred to in the text and in the figure and table captions.

tuksessa sekä pienoispoimutuksessa.

Muualla karttalehtialueella migmatiittisen kiillegneissin paleosomi (eli kivilajin alkuperäinen, muuttumattomin ainesosa) ei ole raitaista vaan tasalaatuista ja ohutjuovaista. Siinä hiekkainen ja savinen aines eivät vuorottele, vaan tummat ja vaaleat mineraalit muodostavat kiveen tavanomaisen gneissitekstuurin. Vain konkreetiot tasalaatuisissa kiillegneisseissä osoittavat sedimentaation tapahtuneen veteen. Näitä liuskeisuuden suuntaisesti soikeita konkreetioita on kohtalaisesti kaikkialla kartta-alueen kiillegneisseissä, joskaan ei missään kovin runsaasti. Orjansaaressa (09 C) on konkreetioiden lisäksi joitakin karsivälikerroksia.

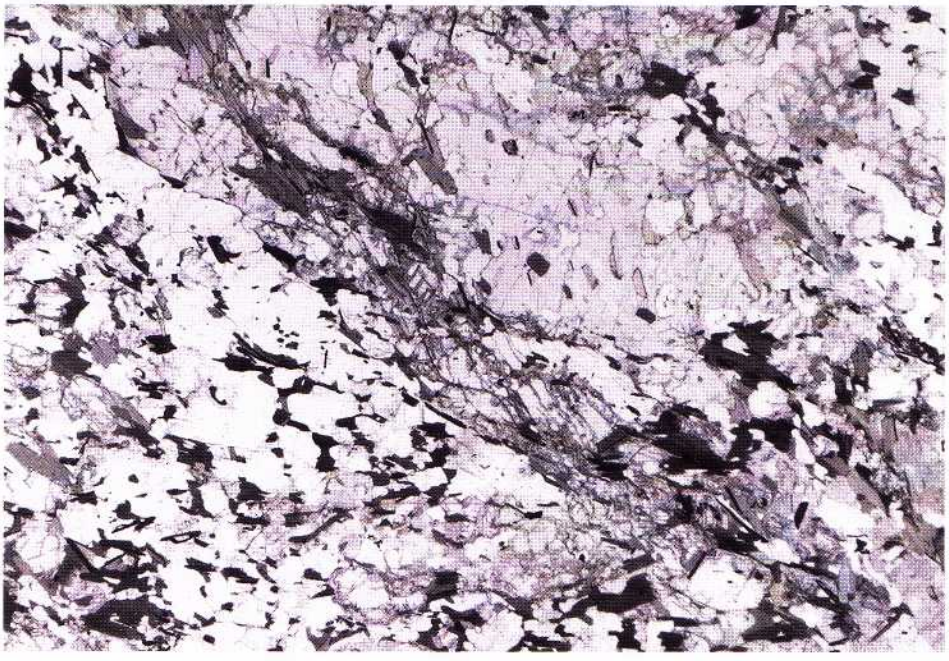
Migmatiittisen kiillegneissin paleosomin päämineraaleja ovat kvartsi, plagioklaasi, biotiitti ja usein myös kalimaasälpä. Porfyroblasteina on raekooltaan vaihtelevaa granaattia ja kordieriittia. Mikroskooppisesti on kordieriitissa ja biotiitissa havaittu melko yleisesti sillimaniittineulasia (kuva 4). Kordieriitti on aina jonkin verran muuttunutta. Granaatti on poikiloblas-

Kuva 3. Kerroksellinen, poimuttunut, kohtalaisesti migmatoitunut kiillegneissi.
Fig. 3. Layered, folded, moderately migmatized mica gneiss.
Pukkiluoto, 08 D; x = 6789,40; y = 1526,50.
Valokuva - *Photo* P. Virtanen.

tista, eikä sillä ole kidemuotoa. Plagioklaasikiteet ovat osittain omamuotoisia ja koostumukseltaan oligoklaasia. Biotiittisuomut ovat yhdensuuntaisia ja muodostavat kiven pääliuskeisuuden. Suomujen reunat ovat usein repaleiset koska biotiitti on ollut mukana metamorfisissa mineraalireaktioissa. Metamorfisissa reaktioissa syntyneitä porfyroblastisia mineraaleja ovat usein kordieriitti, sillimaniitti ja granaatti, jota on sekä paleosomissa että neosomissa. Neulasmaiset sillimaniittikiteet noudattavat biotiitin suuntausta.

Neosomi on migmatiittisen kiven vaalea ainesosa, joka on kiteytynyt sulasta tai osittaisesta sulasta. Neosomissa on kvartsia, plagioklaasia ja kalimaasälpää, toisinaan kordieriittia ja granaattia. Kalimaasälpä on ristikaksostunutta, ja osittain omamuotoista, ja se esiintyy eri kokoisina rakeina. Aksessorisina mineraaleina kiillegneisseissä ovat opaakki, zirkoni, apatiitti sekä muuttumistuloksena kloriitti, muskoviitti ja karbonaatti. Kiillegneissien mineraalikoostumus eli modaalinen koostumus on esitetty liitteen 1 taulukossa 1. (Kaikki Liitteen 1 modaalikoostumukset on saatu laskemalla ohuthieestä pistelaskurilla 1000 pistettä).

Neosomiraitojen kulku noudattelee usein kiven liuskeisuutta. Niinpä kiillegneissit ovat migmatiittityypiltään yleisimmin ns. suonigneissejä. Vaalean punertava tai joskus valkoinen neosomi on useimmiten graniittia. Kartta-alueen pohjoisosassa on enemmän valkoista neosomia. Lisäksi on yleisesti pegmatiittista juonimaista neosomia, joka useimmiten on asettunut kiillegneissin liuskeisuustasoon. Karkea graniittipegmatiittiaines lisää



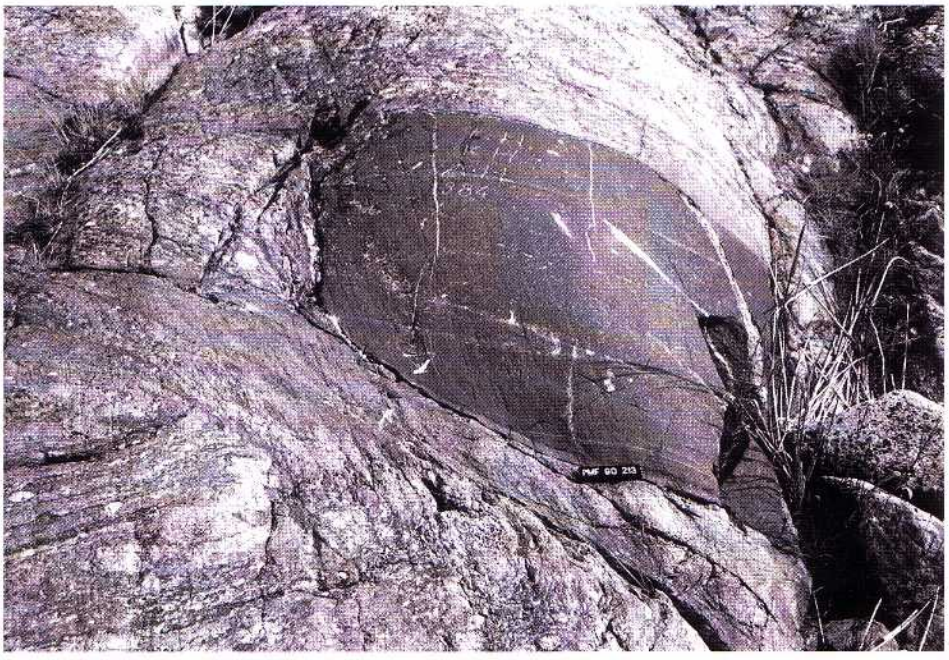
Kuva 4. Mikrovalokuva sillimaniitti-kordieriittikiillegneissistä. Nikolit II.
Fig. 4. Microphotograph of a sillimanite-cordierite gneiss. Nicols II.
Nihattula, 10 D; x = 6777,00; y = 1535,02. Valokuva - *Photo* A. Mustonen.

migmatiittisen kiillegneissin raitaista tai verkkomaista ulkonäköä (kuva 5). Neosomia on kaiken kaikkiaan 20 - 40 % kivestä, ja sitä on eniten karttalehden pohjois- ja eteläosissa, Kuivalahden ja Vasaraisten kylien ympäristössä. Karttalehden kaakkoisosassa kiveen on lisäksi työntynyt laaja-alaisesti punaista, pegmatiittista graniittia, joka muodostaa alueen pääkivilajin.

Kiillegneississä on harvakseltaan tummia, mafisia raitoja ja pahkuja (kuvat 6 ja 7). Raidat ovat yksittäisiä, ja leveydeltään vain noin kymmensenttisiä, mutta jatkuvat silti kymmeniä metrejä. Raidoissa on toisinaan ruskeanvihertävä karsimainen keskiosa ja tummemmat ulkoreunat (esim. Pöllä, 08 C). Raidat noudattavat gneissin liuskeisuutta (kerroksellisuutta) ja edustanevat vulkaanisesta aineksesta koostuvia välikerroksia. Valtaosa kerrosmyötäisistä raidoista on uraliittiporfyriittiä tai amfiboliittia, joka sisältää paikoin diopsidia. Tummissa amfiboliiteissa on rusehtavia juovia, ja uraliittiporfyriiteissä on karkeampia amfibolihajarakeita. Tällaisia kiviä on esim. Kaskisen saaren lounaisosassa (08-lehti) sekä Nurmeksen saaren eteläosassa (05-lehti).

Kuva 5. Voimakkasti migmatoitunut kiillegneissi, johon on intrudoitunut karkeaa graniittia.
Fig. 5. Strongly migmatized mica gneiss intruded by a coarse-grained granite.
Nurmeksen Pihlus, 05 D;
x = 6585,50; y = 1518,66.
Valokuva - *Photo*
P. Fagerström.

Kuva 6. Amfiboliittisia ja intermediäärisiä vulkaniittivälikerroksia metapeliitissä.
Fig. 6. Intercalated amphibolite and intermediate volcanic rock in metapelite.
Fräkäli, 04 A; x= 6770,54; y = 1512,70. Valokuva - *Photo* M. Torssonen.



Kuva 7. Pyöreä gabromurskale kiillegneississä.
Fig. 7. A round fragment of gabbro in mica gneiss.
Leppäkarit, 08 B; x = 6786,90; y = 1521,96. Valokuva - *Photo* P. Fagerström.

Kuvassa 6 on amfiboliittivälikerroksen yhteydessä myös vaaleampia, felsisempiä raitoja, jotka poikkeavat ympäröivästä migmatiitista. Nämä raidat voisivat edustaa intermediäärisiä vulkaniitteja.

Kartalle keltaisella merkityt kvartsi-maasälpägneissit eivät välttämättä ole vulkaniitteja vaan kiillegneissistä erottuvia vaalean punertavia, vähäbiotiittisia, massamaisia osueita, joita on tavattu karttalehdellä vain muutamassa paikassa.

Kiillegneissin sisältämiä mafisia pahkuja, murskaleita tai sulkeumia on kahdenlaisia: hienorakeisia liuskeisia tai karkearakeisia massamaisia. Laajimmat hienorakeiset osueet ovat alkuaan todennäköisesti vulkaanisia. Ne sijaitsevat osalehden 09 alueella Olkiluodon tien lähellä ja Orjansaaressa. Karkeita gabrosulkeumia on erikokoisia, ja niitä on etenkin osalehtien 07 ja 08 alueella.

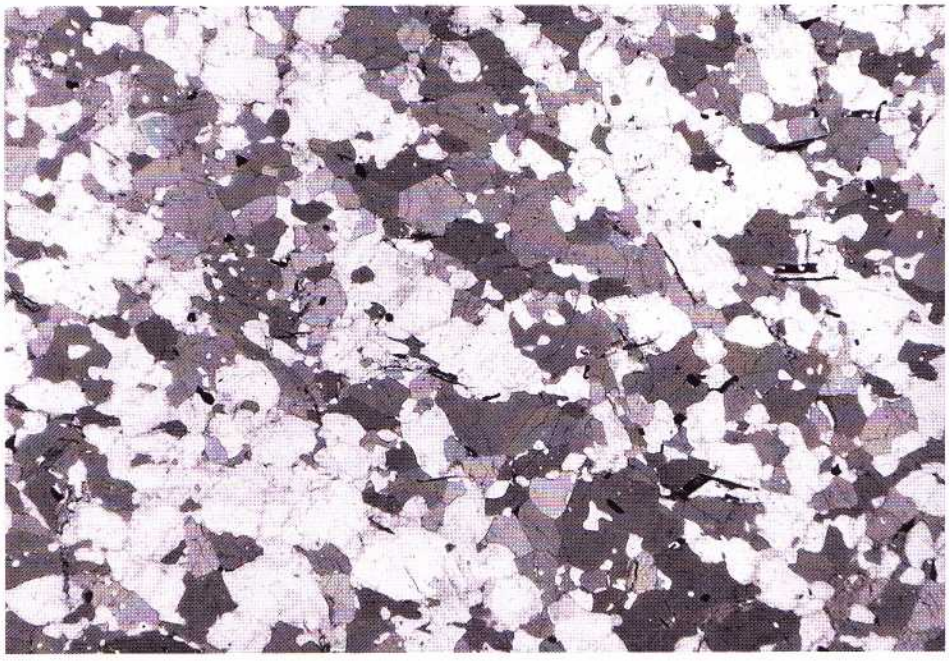
Kiillegneissien kemialliset koostumukset ovat liitteessä 2. Nesbitt ja Young (1982) ovat kehittäneet CIA-indeksin, joka kuvaa sedimenttiaineksen kemiallista rapautumisastetta. CIA-indeksi on kiillegneisseissä keskimäärin 63. (Suurin arvo on 71, pienin 46 ja keskipoikkeama on 8). Rauman kiillegneissien lähtöaines on siis rapautunut vain heikosti.

Sarvivälkegneissit ja amfiboliitit

Mafisia pintakiviä on etenkin kapeina vyöhykkeinä osalehtien 07 ja 10 alueella. Sarvivälkegneissiä on liuskeisuuden suuntaisina horisontteina grano- ja kvartsidioriitissa karttalehden eteläosassa. Raidat ovat yleensä noin 1 – 15 m leveitä, ja ne vaihettuvat ilman selvää kontaktia hieman vaaleampaan mutta myöskin sarvivälkepitoiseen kvartsidioriittiin. Samoin kontaktit kiillegneissiin voivat olla vaihettuvia muutaman metrin leveydeltä. Unajan pohjois- ja eteläpuolella (07) on sarvivälkegneissiä 100 – 300 m leveänä vyöhykkeenä. Vain eteläisempi pitkä vyöhyke erottuu magneettisena anomaliana ympäröivästä kvartsidioriitista. Sarvivälkegneissivyöhykkeessä on paikoin havaittu intermediäärisiä raitoja, jotka ovat noin metrin levyisiä ja jotka näyttävät tuffiittisilta välikerroksilta. Pääosa sarvivälkegneisseistä on tasarakeista ja keskirakeista. Osa sarvivälkegneissin raidoista sisältää runsaasti sarvivälkettä ja muistuttaa amfiboliitteja.

Amfiboliittia on paikoin väliraitoina kiillegneisseissä sekä kvartsidioriitissa karttalehden eteläosassa. Amfiboliitit ovat suikaleina tai katkonaisina vyöhykkeinä. Vyöhykkeet ovat leveimmillään 10 m ja pisimmillään 150 m. Karttalehden kaakkoiskulman graniittivaltaisella migmatiittialueella on paikoin yleisesti amfiboliittisulkeumia. Ne lienevät lännenpänä olevien sarvivälkegneissijaksojen jatkeiden mafisia jäänteitä. Sarvivälkehajarakeisia uraliittiporfyriittisulkeumia on myös osalehdellä 10.

Sarvivälkegneissit ovat keskirakeisia, sarvivälke ja paikoin myös plagioklaasi ovat muita karkeampina rakeina. Raekoko sekä tummien ja vaaleiden mineraalien määrä voivat vaihdella ja muodostaa kiveen kapeita juovia (kuva 8). Kivessä on juovien kanssa lähes yhdensuuntaisesti biotiittia pieninä suomuina. Mikroskooppisesti sarvivälkerakeet ovat melko omamuotoisia. Plagioklaasi ja kvartsi ovat usein granoblastista.



Kuva 8. Hiekuva sarvivälkegneissistä. Nikolit II.
Fig. 8. Hornblende gneiss in thin section. Nicols II.
Vasarainen, 10 B; x = 6775,57; y = 1532,95. Valokuva - *Photo* A. Mustonen.

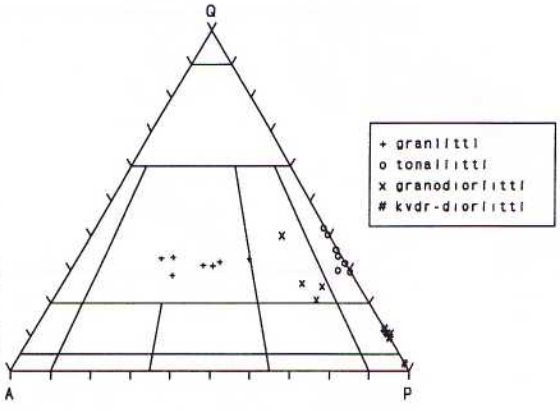
Sarvivälkegneissien ja uraliittiporfyriittien modaaliset koostumukset on esitetty liitteen 1 taulukossa 2. Kemiallisen koostumuksensa perusteella sarvivälkegneissit sijoittuvat Irvinen ja Baragarin (1971) vulkaanisia kiviä jaottelevassa AFM-diagrammissa kalkkialkaliseen kenttään ja uraliittiporfyriitit tholeiittisten ja kalkkialkalisten kivien kenttien rajaviivalle. Sarvivälkegneissien ja amfiboliittien kemialliset koostumukset ovat liitteessä 2.

SYVÄKIVET

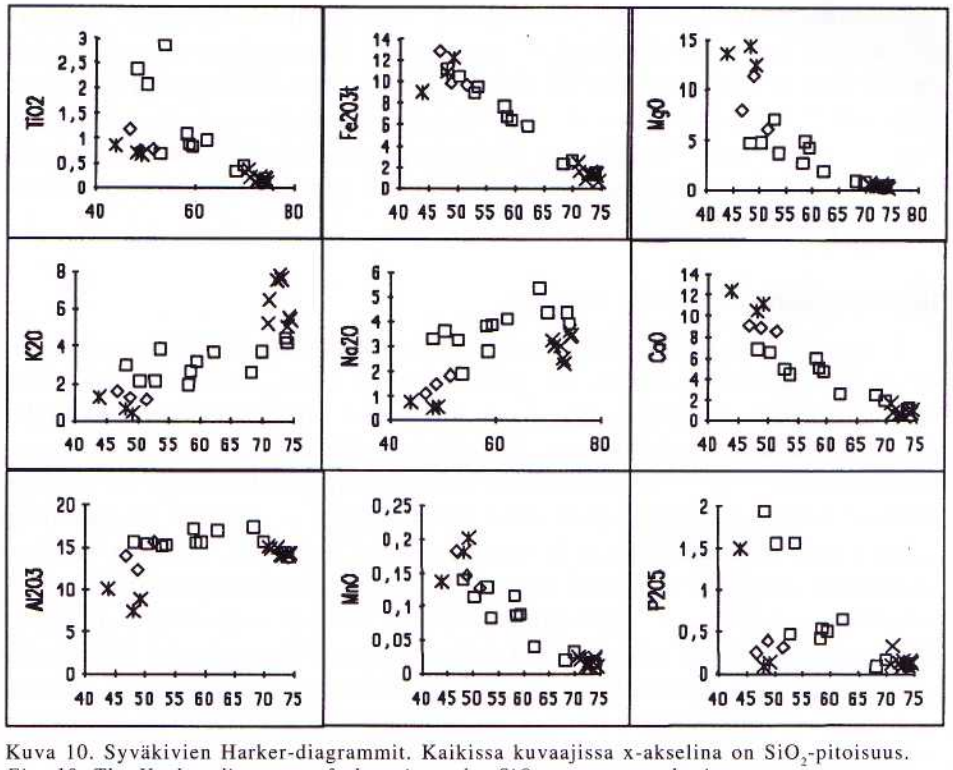
Synorogeeniset syväkivilajit

Pääosa Rauman karttalehtialueen syväkivistä on punertavia, massamaisia graniitteja ja paikoin jopa karkearakeisia pegmatiitteja sekä harmaita, suuntautuneita granodioriitteja ja tonaliitteja. Kuvassa 9 on esitetty alueen syväkivien kivilajiluokittelu mineraalikoostumuksen perusteella Streckeisenin (1976) QAP-kolmiolla. Kolmion kulmina ovat kiven sisältämän kvartsin (Q), alkalimaasälvän (A) ja plagioklaasin (P) määrät suhteutettuna 100 prosenttiin. Tarkat mineraalikoostumukset ovat taulukoituina liitteessä 1.

Kuvaan 10 on koottu syväkivien Harker-diagrammit. FeO-, MgO-, CaO- ja MnO-pitoisuudet muodostavat lineaarisesti laskevan pistejoukon SiO_2:n kasvaessa. TiO_2-, Al_2O_3- ja K_2O-pitoisuudet ovat kaikissa näytteissä melko

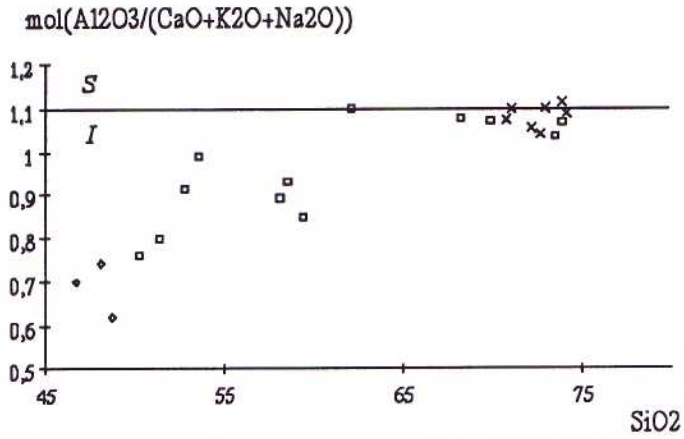


Kuva 9. Syväkivien modaalikoostumuksen mukainen kivilajiluokittelu Streckeisenin (1976) QAP-diagrammissa.
Fig. 9: QAP diagram (Streckeisen, 1976) with plutonic rocks classified according to their modal mineral contents.



Kuva 10. Syväkivien Harker-diagrammit. Kaikissa kuvaajissa x-akselina on SiO_2-pitoisuus.
Fig. 10. The Harker-diagrams of plutonic rocks, SiO_2 content as abscissa.

✳ = gabro - *gabbro*
◇ = kvartsidioriitti - *quartz diorite*
□ = granodioriitti - tonaliitti - *granodiorite - tonalite*
× = graniitti - *granite*



Kuva 11. Granitoidien jako I- ja S-tyyppiin mukaillen Whitea ja Chappelia (1983). Symbolit ovat samat kuin kuvassa 10.
Fig. 11. Classification of granites into I and S types after White and Chappel (1983). For symbols see Fig. 10.

vakioita. Hajapisteitä TiO_2-kuvaajassa muodostavat sarvivälkepitoiset tai runsasbiotiittiset granodioriitit ja tonaliitit. Samoin apatiittipitoiset tonaliitit poikkeavat muusta joukosta P_2O_5-kuvaajassa. Graniiteissa on muita kiviä enemmän K_2O:a ja vähemmän Na_2O:a. Kivien kemialliset analyysitulokset ovat liitteessä 2. Rauman graniitit sekä heikosti suuntautuneet, vaaleat granodioriitit ja tonaliitit ovat lähinnä S-tyypin granitoideja Whiten ja Chappelin (1983) luokituksen mukaan (kuva 11). Tummat syväkivet sijoittuvat kuvassa kauemmaksi jakoviivasta.

Hornblendiitit, gabrot ja dioriitit

Laaja-alaisia mafisia syväkiviä ei Rauman kartta-alueella ole mutta mafisia sulkeumia ja osueita on melko yleisesti sekä kiillegneississä että granodioriiteissa ja tonaliiteissa (ks. kuva 7). Koska sulkeumien koko vaihtelee neliömetristä aariin ja hehtaariin, käsitellään kaikki mafiset kivet tässä luvussa. Sulkeumat ovat koostumukseltaan hornblendiitteja, dioriitteja tai gabroja. Karkearakeiset gabrosulkeumat ovat pyöristyneitä ja yleensä massamaisia, mutta niissä rakeiden koko ja koostumus voivat vaihdella. Suurissa osueissa koostumus vaihtelee asteittain mikä lienee tulkittavissa magmaattiseksi kerroksellisuudeksi (esim. Vähä-Saukko 08 A). Mafiset sulkeumat vaikuttavat usein isomman muodostuman murskaleilta, koska niitä on yleensä lähialueella useita. Varsinkin karttalehden eteläosassa murskaleet muodostavat selvästi vyöhykkeen idästä Rikantilasta ja Korvenkulmasta länteen Rauman saaristoon. Vyöhyke edustanee aikanaan yhtenäistä mafisten kivien jaksoa, joka on liikunnoissa särkynyt. Mafisten syväkivien intrudoituminen on siis tapahtunut ennen alueellista päädeformaatioita. Laajimmat mafiset osueet ovat Kaurasen ja Vähä-Saukon saarilla (08A), Mudaistenluodoilla (07B) ja Rihtniemen nokassa (04D). Mudaistenluodolla on dioriittia, ja Rihtniemen pohjoispuolella

Kuva 12. Laaja-alainen gabro-osue, jossa on raontäytteenä karkeata pegmatiittia.
Fig. 12. A large gabbro xenolith with coarse-grained pegmatite as fracture filling.
Kaukkallio, 09 C; x = 6790,08; y = 1525,34. Valokuva - *Photo* P. Virtanen.

merialueella on pyöreä muodostuma, joka aiheuttaa kehämäisen aeromagneettisen anomalian ja joka on paljastunut vain hieman eteläreunastaan.

Aarien kokoiset ja karkearakeiset sulkeumat ovat rakoilleet. Rakoihin on työntynyt graniittipegmatiittia. Esimerkiksi Kaukkallio-saarella (09C) on raon täytteenä pegmatiittia, jossa on läpimitaltaan 20 senttimetrisiä, omamuotoisia kalimaasälpäkiteitä (kuva 12). Toisinaan on sulkeumien ulkokontaktissa havaittavissa muuttumisreunus. Esimerkiksi kiillegneississä olevissa sulkeumissa on paikoin granaattia ulkoreunassa. Gabromaisissa syväkivisulkeumissa ei ole havaittavaa suuntausta. Eräät hyvin hienorakeiset gabrosulkeumat muistuttavat paljastumalla erehdyttävästi diabaasia, ja vasta hietutkimuksen perusteella ne on voitu todeta gabroiksi (esim. Kuivalahden Vantkuljunkallio).

Amfiboliittisulkeumat ovat pienempiä ja kulmikkaampia kuin gabrosulkeumat. Ne on merkitty kartalle vihreinä murskaleina. Amfiboliittisulkeumat ovat liuskeisia ja biotiittiutuneita, ja sulkeumia on yleensä useita lähekkäin (esim. Orjansaari 09 C). Nämä sulkeumat eroavat muodoltaan linssimäisistä ja suikalemaisista amfiboliiteista, joita on yleisesti väliraitoina useissa kivilajeissa, (näitä amfiboliitteja kuvattiin edellisessä luvussa).

Sulkeumina olevat karkearakeiset mafiset syväkivet muodostavat oman pistejoukkonsa Harker-diagrammeissa. Ne sisältävät vähemmän TiO_2:a, MnO:a ja Al_2O_3:a ja poikkeavat siksi muiden syväkivien muodostamasta lineaarisesta pisteryhmästä (kuva 10).

Trondhjemiitit, tonaliitit, granodioriitit ja kvartsidioriitit

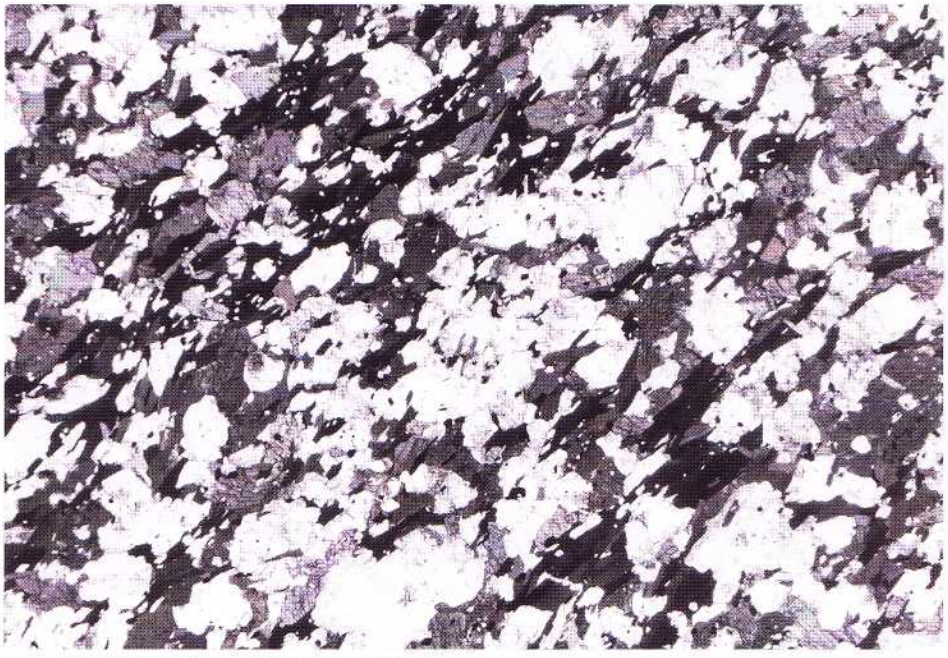
Rauman kartta-alueen laajimmat syväkivimuodostumat koostuvat kalimaasälpää niukasti sisältävistä granitoideista. Näitä vaalean- tai tuhkanharmaita kiviä on varsinkin karttalehtialueen keskiosassa, kaupungin keskustassa ja sen edustan saarilla sekä erilevyisinä vyöhykkeinä kartta-alueen eteläosassa ja pohjoisosassa. Kaikkein vaaleinta trondhjemiittista kiveä on 04- ja 07-osalehtien rajalla, ja tumminta edustavat 07- ja 10-osalehtien sarvivälkepitoiset grano- ja kvartsidioriitit. Kivi muuttuu tummemmaksi vaiheittain ja kontaktit ovat vähittäiset. Siksi tonaliitteja, kvartsidioriitteja ja granodioriitteja ei ole voitu erotella kartalla kaikkialla.

Vaalea trondhjemiitti on keskirakeinen, ja se on suuntautumaton tai siinä on heikkoa yhdensuuntaisten biotiittirakeiden muodostamaa liuskeisuutta. Trondhjemiitti ei ole yhtenäisenä laajana alueena, vaan sitä leikkaavat ja breksioivat pegmatiitti ja paikoin apliitti (esim. Hylkikarit 04D). Trondhjemiitin värissa on vaihtelua, ja se vaihettuu paikoin harmaammaksi tai ruskehtavammaksi, jos kiilteen ja maasälpien määrien suhteet muuttuvat ilman selviä kontakteja. Eri muunnoksia ei ole eroteltu kartalla. Kuvassa 13 migmatiittinen pegmatiittigraniitti breksioi tyypillisesti biotiittipitoista, vaaleanharmaata trondhjemiittia pyöreäkulmaisiksi kappaleiksi.

Rauman kaupungin edustalla on 08A-osalehdellä Pöllän, Vasarakarin, Rokinnokan, Suokarien ja Iso Korkiakarin muodostama vyöhykke ja sillä on tummanharmaata liuskeista, tasalaatuista melatonaliittia tai kvartsidioriittia. Vyöhyke edustaa tasalaatuisinta tonaliittityyppiä Rauman karttalehdellä (kuva 14). Kiven liuskeisuus näkyy hiekuvassa biotiitin ja sarvivälkkeen suuntauksena

Kuva 13. Vaaleita, massamaisia, pyöristyneitä trondhjemiittimurskaleita migmatiitissa.
Fig. 13. Light grey, massive rounded fragments of trondhjemite in migmatite.
Suokarit, 08 A; x = 6783,20; y = 1522,15. Valokuva - *Photo M.* Torssonen.

Kuva 14. Tasalaatuista, hieman liuskeista kvartsidioriittia.
Fig. 14. Homogeneous, weakly schistose quartz diorite.
Vasarakari, 08 A; x = 6783,36; y = 1523,36. Valokuva - *Photo* P. Fagerström.



Kuva 15. Hiekuva kvartsidioriitista. Nikolit II.
Fig. 15. Quartz diorite in thin section. Nicols II.
Vasarakari, 08 A; x = 6783,36; y = 1523,36. Valokuva - *Photo* A. Mustonen.

(kuva 15). Tätä tonaliittia halkovat harvakseltaan graniittipegmatiittijuonet. Rauman kaupungin keskustan alueella on myös vaalenharmaata tonaliittia, joka on heikosti liuskeista, massamaista ja leikkaa yleensä alueen suonigneissejä.

Kartalle on granodioriitin värillä painettu myös gneissimäiset granodioriitit, joita on eniten 07- ja 10-osalehdillä. Lisäksi niitä on yleisesti kapeina, rajoiltaan epämääräisinä vyöhykkeinä muun granodioriitin tai tonaliitin seassa. Näissä tekstuuriltaan gneissimäisissä kivissä on millimetristä senttimetriin leveitä vaaleita ja tummia juovia. Juovat muodostavat hyvin suoraviivaisen ja voimakkaan liuskeisuuden (valokuva 16). Tätä tyyppiä on kartoitettaessa kutsuttu juovagranodioriitiksi. Kivi on hieno- tai keskirakeista, lähes aina sarvivälkepitoista, ja se muistuttaa liuskeisuuspinnalta karkeata kiillegneissiä mutta se ei sisällä metapeliiteille tyypillisiä porfyroblasteja. Kiven kontaktit ympäröiviin tonaliitteihin, ja myös kiillegneisseihin ovat hyvin vaikeasti määritettävät.

Kontaktien epätarkkaa luonnetta lisää 08- ja 11-osalehdillä alueellinen, loivaasentoinen poimutus, mikä nykyisessä eroosiotasossa aiheuttaisi terävääkin kontaktiin vinon leikkauksen ja siis epäyhtenäiset kivilajirajat (ks. rakennegeologialuku). Lisäksi karttalehtialueella on yleisesti migmatisoivaa tonaliittiainesta sekä paikallista granitisaatiota, ja myös ne vaikeuttavat kivilajien erottelua toisistaan. Niinpä kiven tekstuuri sekä paikoin havaitut konkreetiot ja

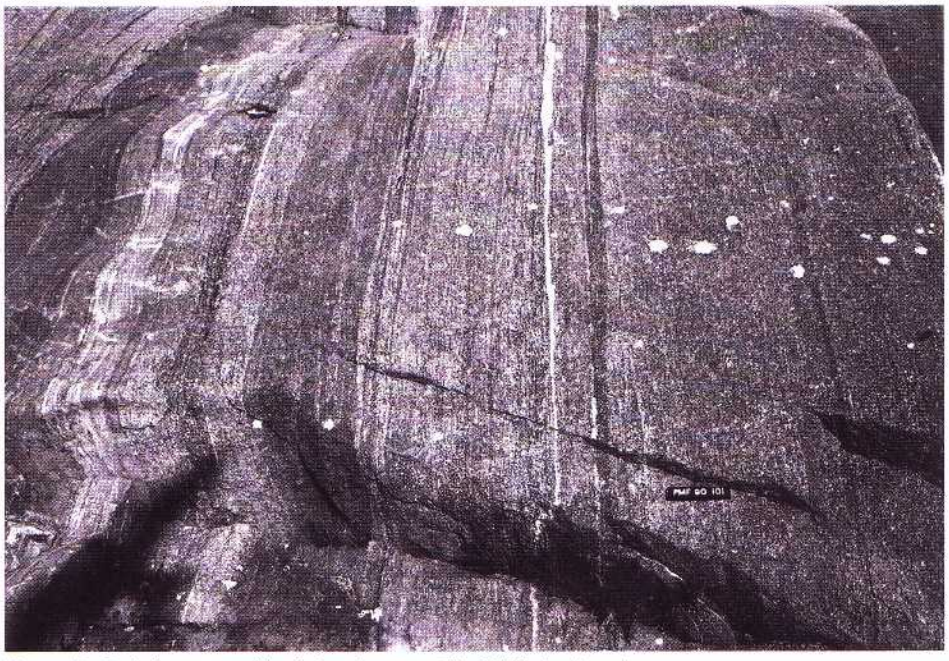
Kuva 16. Gneissimäistä ja massamaista granodioriittia - liuskeisuus-ja siirrostasoon on työntynyt migmatisoivaa graniittia.
Fig. 16. Gneissose and homogeneous granodiorite with migmatitizing granite intruded along schistosity and fault planes.
Susivuori, 08 C; x = 6781,35; y = 1528,64. Valokuva - *Photo* M. Torssonen.

liuskeisuuden suuntaiset amfiboliittijäänteet antavat aihetta epäillä, että juovainen granodioriitti on uudelleen kiteytynyttä paragneissiä. Hyviä ekskursiopaljastumia ovat Susivuoren ja Pyynpään ympäristön kalliot Rauman kaupungissa.

Osalehtien 07 ja 10 juovainen granodioriitti muuttuu mafisemmaksi sarvivälkegneissien läheisyydessä, jolloin näidenkin erottelu vaikeutuu. Vastaavanlaisia ongelmia, joissa syväkivien ja pintakivien väliset kontaktit eivät ole määritettävissä, on kuvattu esim. Huittisten (Matisto, 1978) ja Virtain (Marmo, 1965) karttalehtiselostuksissa. Marmo on pitänyt tällaisia gneissimäisiä kvartsidioriitteja sellaisina, että ne ovat syntyneet palingeenisesti vulkaanisesta aineksesta syntyneinä. Rauman kartta-alueella voi juovaisten grano- tai kvartsidioriittien alkuperää epäillä vulkaaniseksi esimerkiksi Kaskisen (08A) ja Kylmä-Pihlajan saarilla (05C), joista jälkimmäisestä on kuva 17.

Kaikkia näitä kiviä yhdistävä piirre on niiden suuntautuneisuus, jopa gneissimäisyys. Mikrorakenteeltaan erilaisten kivien mineraalikoostumus on silti hyvin samankaltainen. Hyvä esimerkki siitä, miten kiven pienikin koostumusvaihtelu vaikuttaa kompetenssieroon ja kiven suuntautumiseen, näkyy oivallisesti Hollmingin telakan takaisessa louhitussa kalliorintauksessa n. 100 m matkalla (x = 6780,7 ; y = 1523,7). Siinä lievästi pilsteinen tonaliitti vaihettuu karkeaksi gneissiksi. Amfibolipitoiset osueet ovat juovaisia ja runsasamfibolisimmat lähes amfiboliittia. Kalliossa on felsisiä (vaaleita) katkeilleita osueita, massamaisina linsseinä.

Mikroskooppisesti granodioriitit ovat melko tasarakeisia, hieno- tai keskirakei-

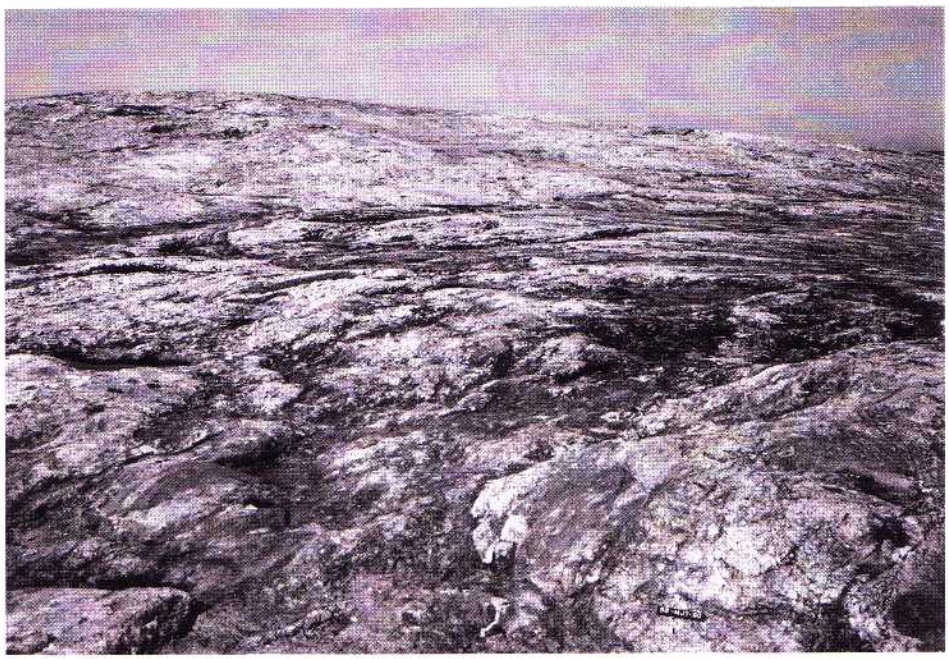


Kuva 17. Raitaista granodioriittia, jossa amfibolirikkaita juovia.
Fig. 17. Banded granodiorite with amphibole-rich stripes.
Kylmä-Pihlaja, 05 C; x = 6781,70; y = 1516,50. Valokuva - *Photo* P. Fagerström.

sia, tosin kalimaasälpä ja plagioklaasi ovat usein muita karkeampia. Osa kvartsista on maasälpien välitiloissa, samoin näissä välitiloissa ovat pienet biotiittisuomut. Kivissä on usein vaihtelevasti amfibolia. Aksessorisina mineraaleina on apatiittia, opaakkia ja zirkonia. Granodioriitin heikko suuntaus näkyy myös siinä, että maasälpärakeet ovat litistyneet samansuuntaisiksi biotiittisuomujen kanssa. Tonaliitit koostuvat pääasiassa kvartsista ja plagioklaasista sekä biotiitista ja usein sarvivälkkeestä. Felsiset mineraalit ovat usein mafisia (tummia) karkeampia. Mahdollisen suuntauksen muodostaa biotiitti, joka on uudelleenkiteytynyt sarvivälkerakeiden poikki. Selvästi liuskeisia ovat 08-lehden melatonaliitit ja kvartsidioriitit (kuva 13) sekä karttalehden eteläosan ns. juovagrano- ja juovakvartsidioriitit, joissa biotiitin runsaus ja selvä suuntaus merkitsevät kiven liuskeisuutta. Jälkimmäisissä tummat ja vaaleat mineraalit ovat erottuneet omiksi juovikseen ja felsiset rakeet, ovat granoblastisia, varsinkin kvartsirakeet.

Graniitit ja pegmatiitit

Graniitteja on eniten kartan 09-, 10- ja 11 -osalehdillä. Graniitti on heterogeenista ja sisältää yleisesti erilaisia kivilajisulkeumia sekä karkeita, pegmatiittisia osueita. Pegmatiittigraniitti muodostaa pääkivilajin karttalehden kaakkoisosassa. Punaisella merkittyjen alueiden sulkeumista yleisimpiä ovat kiillegneissirestiitit, joita on erikokoisina suikaleina ja luiroina. Kuva 18 on hyvä esimerkki heterogeenisestä, pegmatiittivaltaisesta alueesta. Punaiset kali-



Kuva 18. Heterogeeninen pegmatiittinen graniitti, jossa on jäänteinä kiillegneissisuikaleita.
Fig. 18. Heterogeneous pegmatitic granite with mica gneiss restites.
Silifräkäli, 04 A; x = 6770,54; y = 1512,18. Valokuva - *Photo* M. Torssonen.

pitoiset graniitit ja pegmatiitit, samoin vaaleat massamaiset graniitit ovat S-tyyppiä, kuten kuvassa 11 on esitetty.

Graniitissa on assimilaation vuoksi granaattia ja joskus kordieriittia (esim. taulukko 6, näyte 40). Myös edellisissä luvuissa kuvattuja mafisia sulkeumia on graniiteissa ja pegmatiiteissa. Graniitin raekoossa on epäsäännöllistä vaihtelua graniitista pegmatiittiin, samoin värivaihtelua vaaleasta punaiseen.

Kartalle merkitty porfyyrinen graniitti edustaa keski- ja karkearakeista tyyppiä, jossa on selvästi karkeampia, omamuotoisia kalimaasälpärakeita. Hajarakeet ovat kivessä epätasaisesti ja näyttävät muodostuneen kiveen metasomaattisesti. Tyypillä ei ole yleensä selvää kontaktia ympäröiviin pegmatiittisiin graniitteihin. Tosin muutamassa paljastumassa graniitti vaikuttaa leikkaavan pegmatiittista graniittia.

Karttalehden itäosassa rapakiven kontaktin yhteydessä on karkeaa mutta melko heterogeenista pegmatiittigraniittia, jossa granaattipitoista kiillegneissiä on vain huonosti erottuvina jäänteinä. Oman graniittityyppinsä muodostavat myös valkeat graniitit, joita on Kallan saarella (06 D) ja esim. Tuomonniemellä Rauman kaupungissa. Kivi on hienorakeista, niukasti biotiittia sisältävää ja siksi hyvin heikosti liuskeista.

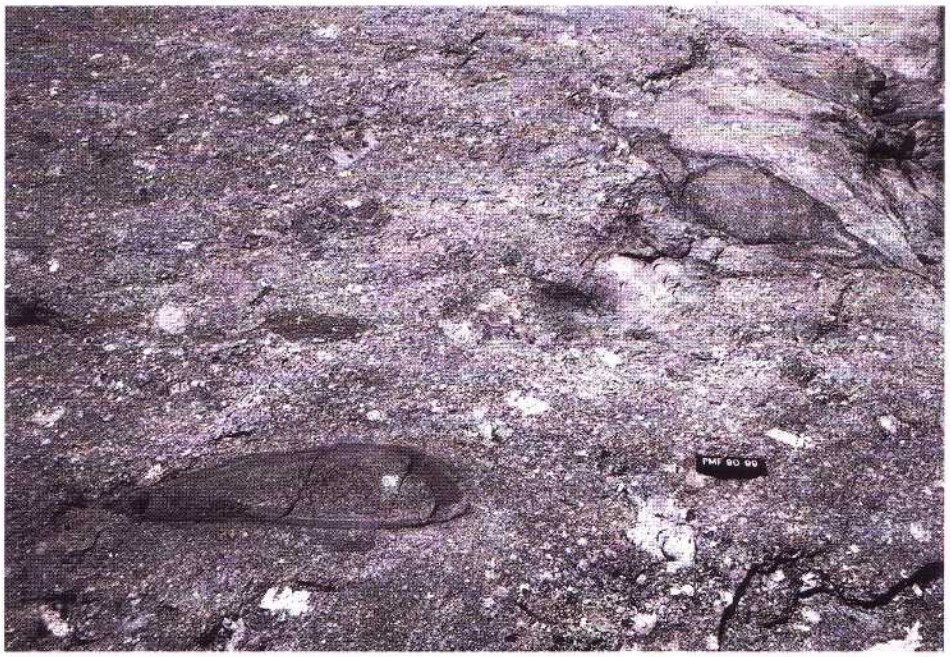
Migmatisaatio ja granitisaatio

Laajoilla kiillegneissialueilla on runsaasti migmatisaatioon kuuluvaa graniitti- ja pegmatiittiainesta. Tällöin graniittinen aines on juonimaista tai suonimaista, ja se on merkitty kartalle punaisilla suonimerkeillä. Mitä karkeampia ja leveämpiä ovat kiillegneissin neosomisuonet, sitä punertavampia ne ovat. Migmatiitin tiheät, parimilliset juovat ovat trondhjemiittisia, 1 – 5 cm leveät yleensä graniittisia ja 5 – 20 cm leveät, yhdensuuntaiset, harvassa olevat neosomisuonet pegmatiittisia.

Useimmat neosomisuonet ovat deformoituneet alueellisessa poimutuksessa (ks. rakennegeologialuku). Kivissä on tiheä, mahdollisesti anatektisesti muodostunut neosomijuovitus, ja se poimuttuu suuressa laaja-alaisessa poimutuksessa, kun taas karkeat, leveät suonet ovat samansuuntaiset poimutuksen akselitason kanssa. Myös pegmatiittiset raidat ovat karkeasti yhdensuuntaiset. Päädeformaation jälkeen on vielä työntynyt graniittisia juonia suonigneissiin, ja ne leikkaavat myös pegmatiitteja (kuva 19).

Kallioperäkartan kaakkoisosa on merkitty punaisella pääkivilajin mukaan, vaikkakin se sisältää pitkälle graniittiutuneita, utuisesti erottuvia kiillegneissisuikaleita. Kallioperäkartan laatimisessa migmatiittialueilla on noudatettu 50 %:n sääntöä eli pääkivilajiksi on merkitty se, jota on yli puolet kaikesta. Kallioperäkartta poikkeaa siis vanhoista geologisista kartoista, joissa pintakivilajia on merkitty paljon runsaammin. Kivilajien problematiikkaa ja silloista merkitsemiskäytäntöä kuvailee Eskola (1952, s. 130) Rauman ja Kalannin alueita vertailevassa kirjoituksessaan, josta seuraava vapaasti suomennettu lainaus: "Yleisesti ottaen Rauman alueen granitisaatio on paljon intensiivisempää. Kinzingiiteissä graniittinen ja pegmatiittinen aines on runsaampaa. Se esiintyy linsseinä. Uuden graniittisen aineksen määrä on yleisesti yli 50 %, paikoin paljon enemmän ja jopa 90 % kivestä. Tästä huolimatta kinzingiitinen

Kuva 19. Leikkaava graniittijuoni suonigneississä.
Fig 19. A straight cutting dyke of granite in veined gneiss.
Vähäkrunni, 05 D; x = 6788,10; y = 1518,00. Valokuva - *Photo* P. Fagerström.



Kuva 20. Granitisaatioita kiillegneississä.
Fig. 20. Granitized portions in mica gneiss.
Katavalouttu, 05 C; x = 6780,96; y = 1517,80. Valokuva - *Photo* P. Fagerström.

migmatiitti kuvastaa kiven rakennetta ennen migmatiittiutumista. Siksi geologi merkitsee kartalle vain paleosoomin, vaikka se muodostaa vain pienen osan kivestä. Näin on laita myös Hietasen kartalla."

Granitisaatiota on pienialaisesti migmatisoivan aineksen yhteydessä, eikä näitä prosesseja pystytä aina erottamaan toisistaan. Yksittäisiä karkeita maasälpärakeita on kiteytynyt kiillegneissipaleosomiin pegmatiittisen neosomin kontaktin lähelle. Paikoin on granitisaatiota useampien neliömetrien alueella, esimerkiksi Levätys-saari ympäröivine luotoineen (08B) tai Katavalouttu, jossa vain konkreetiot ja mafisemmat kiven komponentit ovat säilyneet muuttumattomina (kuva 20).

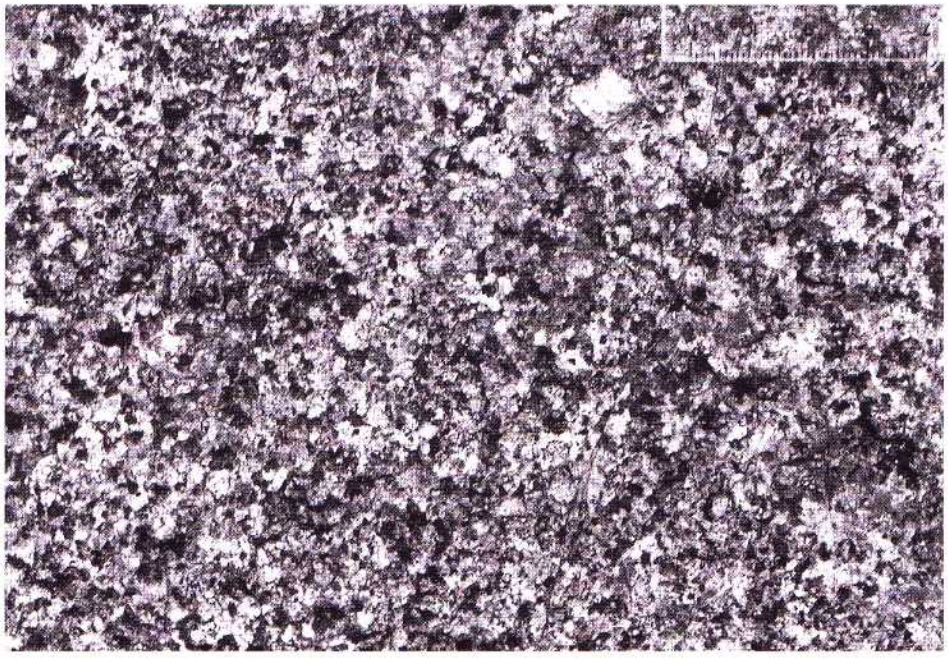
Anorogeeniset syväkivilajit

Rapakivigraniitit

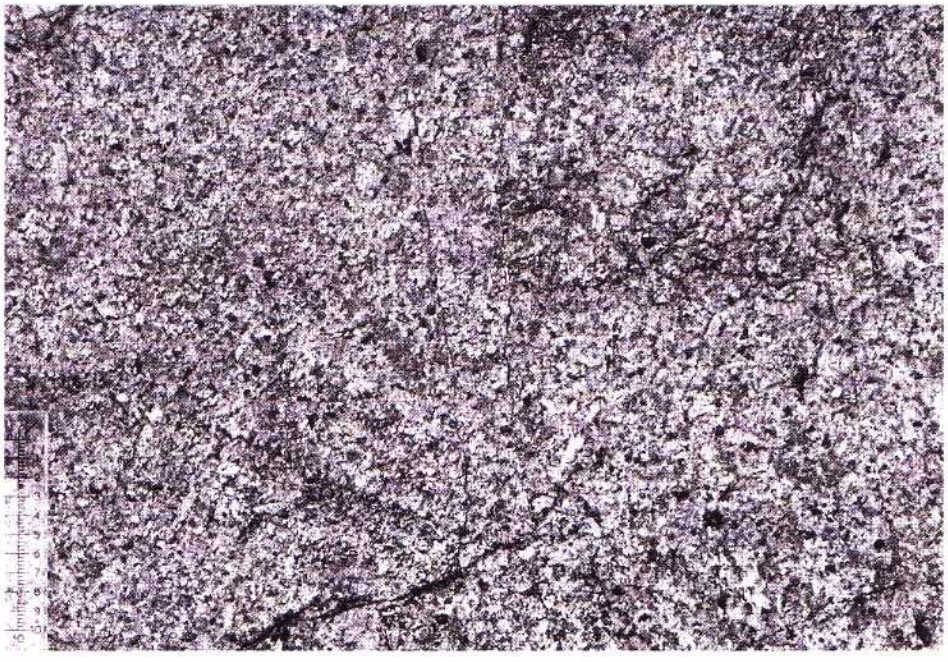
Karttalehtialueen itäreuna leikkaa kolmesta kohtaa Laitilan rapakivigraniittibatoliittia. Tämä batoliitti, kuten muutkin suuret rapakivimuodostumat, koostuu useasta faasista, jotka eroavat toisistaan tekstuuriltaan ja mineralogiselta koostumukseltaan. Rauman karttalehtialueelle ulottuu batoliitin länsireuna, ja se on ns. Laitilan normaali rapakivityyppiä. Tyyppi vastaa tekstuuriltaan Viipurin massiivin pyterliittiä, mutta sen mineraali- ja kemiallinen koostumus on lähempänä viborgiittia (Vorma, 1976). Kivi on keskimäärin karkearakeista, porfyyrista ja vaaleanpunertavaa tai ruskehtavaa. Ruskehtavat tyypit sisältävät usein sarvivälkettä, ja punertavat ovat biotiittivaltaisia. Maasälpien, kvartsin, biotiitin ja sarvivälkkeen lisäksi on aksessorisina mineraaleina fluoriittia, zirkonia, apatiittia ja opaakkeja. Lisäksi paikoin on fayaliittia, sen muuttumistulosta iddingsiittiä sekä grüneriittia (Vorma, 1976). Kiven hajarakeet ovat sekä kulmikkaan omamuotoisia että pyöreitä, keskimäärin 2 – 4 cm. Pyöreistä kalimaasälpähajarakeista puuttuu useimmiten plagioklaasivaippa, tai sitten se on hyvin ohut. Kontaktin lähellä raekoko pienenee, ja pyöreitä hajarakeita on harvemmassa. Tällöin on vaikeaa erottaa rapakivigraniittia ympäröivistä graniiteista.

Eurajoen rapakivistokki

Laitilan rapakiveen liittyy ns. satelliittiesiintymä, Eurajoen stokki, joka on kokonaan Rauman karttalehtialueella. Muodostuma on pyöreä, ja sen halkaisija on noin 8 km. Sen kontaktit ympäröiviin migmatiitteihin ovat terävän leikkaavat ja nähtävissä usealla paljastumalla. Koillis- ja luonaisreunasta rapakivistokkia leikkaa diabaasi joko pystysuoraan tai lähes vaaka-asentoisesti. Stokilla on kontakti myös Laitilan batoliitin kanssa, mutta se on paljastumalla, joka on huonosti tutkittavissa maantien ojassa ja josta ei ikäsuhdetta saa selville. Kallioperäkartalla rapakivet on virheellisesti piirretty erilleen toisistaan, vaikka Haapalan (1977) julkaisun liitekarttaan on piirretty tämä kontaktikohta. Eurajoen stokki on jaettu kahteen päätyyppiin, Tarkin graniittiin ja Väkkärän graniittiin (kuvat 21 ja 22). Stokin ulko-osat muodostava sarvivälkepitoinen graniitti on Tarkin tyyppiä (merkitty kartalla H-kirjaimella), joka sulkee lähes kokonaan



Kuva 21. Tarkin rapakivigranitti.
Fig. 21. Rapakivi granite of the Tarkki type.
Iisakki-Tarkki, 11 B; x = 6786,86; y = 1533,50.Valokuva - *Photo* P. Fagerström.



Kuva 22. Väkkärän rapakivigraniitti.
Fig 22. Rapakivi granite of the Väkkärä type.
Autorata, 11 D; x = 6787,10; y = 1535,50. Valokuva - *Photo* P. Fagerström.

sisäänsä nuoremman ja vaaleamman Väkkärän graniitin. Tämän karttalehtityön yhteydessä ei stokkia ole kartoitettu uudelleen, koska Haapala on tutkimuksessaan (1977) esittänyt hyvin tarkan kuvauksen muodostuman mineralogiasta ja rakenteesta. Lisäksi Haapala (1974, 1977) sekä Haapala ja Ojanperä (1969, 1972a ja 1972b) ovat kirjoittaneet Eurajoen rapakivigraniitin harvinaisista mineraaleista.

Tarkin graniitti on tasalaatuista, punertavanharmaata, keskirakeista, ja siinä on hyvin harvassa pyöreitä ovoidisia kalimaasälpähajarakeita. Tarkin graniitti koostuu samoista päämineraaleista kuin Laitilan ns. normaali rapakivityyppikin.

Väkkärän graniitti koostuu useammasta faasista, jotka eroavat toisistaan lähinnä tekstuuriltaan. Paikoin magmafaasien välillä on selvät leikkaavat kontaktit, toisin paikoin kontakti on vaihettuva. Kartalla on eroteltu laaja-alaisimmat, tasarakeinen ja porfyyrinen tyyppi. Tasarakeinen tyyppi koostuu lähinnä kalimaasälvästä, kvartsista, biotiitista ja vähäisestä plagioklaasista. Aksessorisena on zirkonia, ilmeniittiä, anataasia, monatsiittia sekä sekundääristä topaasia ja kassiteriittia (Haapala, 1977). Eurajoen stokin kaakkoisosassa on kalimaasälpähajarakeista, porfyyrista tyyppiä olevaa rapakivigraniittia, joka muistuttaa mineralogisesti edellistä, mutta tämä porfyyrinen tyyppi sisältää runsaasti topaasia.

Väkkärän ja Tarkin graniittien erikoisuutena ovat greisenjuonet. Parvina esiintyvät juonet koostuvat hiertyneestä tiivistä keskiosasta, jonka ympäriltä graniitti on metasomaattisesti muuttunut. Juonet ovat leveimmillään parikymmensenttisiä ja jopa pari sataa metriä pitkiä. Greisenin päämineraalien, kvartsin, kiilteen ja kloriitin, lisäksi siinä on havaittu esim. topaasia, fluoriittia, granaattia, berylliä, genthelviittiä ja bertrandiittia sekä lukuisia malmimineraaleja. Erityisesti greisenjuonien Sn-, Be- ja W-pitoisuuksia on tutkittu (Haapala, 1973, 1974, 1978, 1986, 1989 sekä Haapala ja Kinnunen, 1979). Juoniparvien mineraalikoostumus vaihtelee eri puolilla Eurajoen stokkia (Haapala, 1977). Greisenjuonia on havaittu myös rapakivigraniittistokin ulkopuolelta ns. sivukivestä esim. Olkiluodosta.

Kvartsiporfyyrijuonet

Tarkin graniittia leikkaavat vaaleanpunertavat ja tummanharmaat kvartsimaasälpäporfyyrijuonet. Juonien leveys on keskimäärin metrin, mutta yksi on jopa 15 metriä leveä (Haapala, 1977). Kaksi porfyyrijuonta on myös Tarkin graniittifaasin lounaisosassa, vaikka ne puuttuvat kallioperäkartalta (vrt. Haapala, 1977). Juonien perusmassa on tiivis, ja paljain silmin on erotettavissa vain kalimaasälpä-, plagioklaasi- ja kvartsihajarakeita vaihtelevin määrin. Rapakiven tapaan myös porfyyrijuonet sisältävät aksessorisesti näitä harvinaisia mineraaleja, mikä myös heijastuu juonien kemialliseen koostumukseen (Haapala, 1977).

Kartta-alueen koillisosassa Eurajoen diabaasissa on kaksi "rapakivi-ikkunaa" Pinkjärven luona (12 D). Siinä rapakivi on voimakkaan punaista, hienotai keskirakeista, massamaisen tasarakeista graniittia. Karttalehden itäreunassa on Laitilan rapakivimassiivin sakaramainen kaistale, ja se on punaista ja tasarakeista graniittia. Muutoin rapakivi on karttalehden reunassa hajarakeista Laitilan normaalityyppiä, kuten edellä on kuvattu.

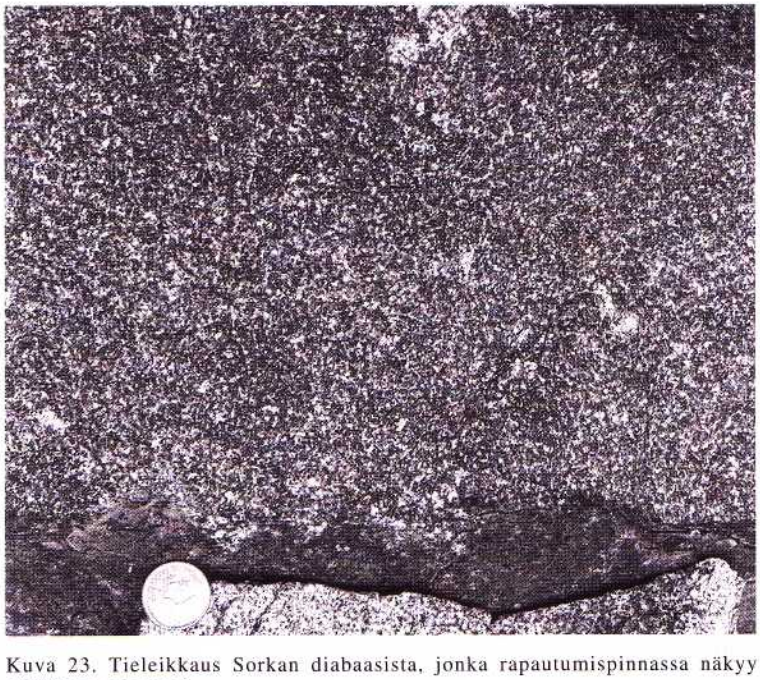
PUOLIPINNALLISET INTRUUSIOT

Postjotuniset diabaasit

Karttalehtialueella on kahdentyyppisiä diabaaseja: laaja-alaisia, keskikarkearakeisia diabaasimuodostumia sekä lähes tiiviitä, kapeita juonia.

Laaja-alaisia diabaaseja on 11- ja 12-osalehdillä. Osalehden 12 diabaasiintruusio on jatketta Luvian karttalehtialueen diabaaseille, jotka osin kattavat Satakunnan hiekkakivialueen sekä leikkaavat tätä jotunista hiekkakiveä. Oman erillisen, soikeahkon pahkun muodostaa Sorkan diabaasi samannimisessä kylässä. Kartoituksen yhteydessä havaittiin Rauman Uotilan kaupunginosan pohjoisreunassa "uusi" diabaasimuodostuma, joka on läpimitaltaan n. 2 km. Se on kuitenkin merkitty jo Sederholmin (1892) Lounais-Suomen 1 : 1 000 000-mittakaavaiseen kallioperäkarttaan. Muodostuma on sittemmin jäänyt pois myöhemmin julkaistuilta kartoilta, mutta on on nyt palautettu 1 : 100 000-mittakaavaiselle kartalle.

Nämä laajat diabaasipahkut erottuvat selvästi geofysikaalisena anomaliana, esimerkiksi magneettisesti, ympäröivistä kivistä. Vastaavasti topografisesti ne näkyvät muuta maastoa korkeampana. Diabaasi-intruusioiden paksuudeksi on geofysikaalisesti arvioitu jopa 200 m (DI Seppo Elo, suullinen tiedonanto). Sorkan diabaasi on laattamainen muodostuma, jonka alapuolinen, lähes vaakaasentoinen kontakti migmatiittiin on hyvin nähtävissä Sorkantien varressa,



Kuva 23. Tieleikkaus Sorkan diabaasista, jonka rapautumispinnassa näkyy ofiittinen tekstuuri.
Fig. 23. A weathered surface of the Sorkka diabase showing distinct ophitic texture.
Sorkka, 11 B; x = 6785,58; y = 1530,98. Valokuva - *Photo* P. Fagerström.

Huikunvuoren luoteisrinteessä (08 D). (Kallioperäkartalla kontakti on piirretty hieman liiaksi länteen tien väärälle puolelle). Kontakti rapakiven, Eurajoen stokin Tarkin tyyppin kanssa on myös vaaka-asentoinen Tornivuoren länsi- ja pohjoisrinteessä Hankkilan kylässä (11 B).

Diabaasit ovat lähes mustia, keskirakeisia, ja niissä on satunnaisesti karkeita pegmatiittisia osueita. Tällaisesta karkeasta kohdasta otetusta näytteestä on tehty ikämääritys 1258 ± 13 Ma (ks. Kallioperän ikäsuhteet). Diabaasin päämineraaleina ovat plagioklaasi, pigeoniitti-augiitti, oliviini ja opaakkimineraaleja sekä aksessorisena biotiittia, kloriittia, serpentiiniä, iddingsiittiä, karbonaattia ja apatiittia sekä baddeleyittiä ja vähän zirkonia (Suominen 1991 a, 1991 b). Tekstuuriltaan diabaasi on subofiittinen, puolipinnallinen kivi, jossa sälöiset plagioklaasikiteet ovat parimillisinä, jopa 5 millisinä paljain silmin helposti havaittavissa (kuva 23). Paljastumalla on nähtävissä diabaasin kohtisuora voimakas rakoilu, varsinkin vaakatasossa.

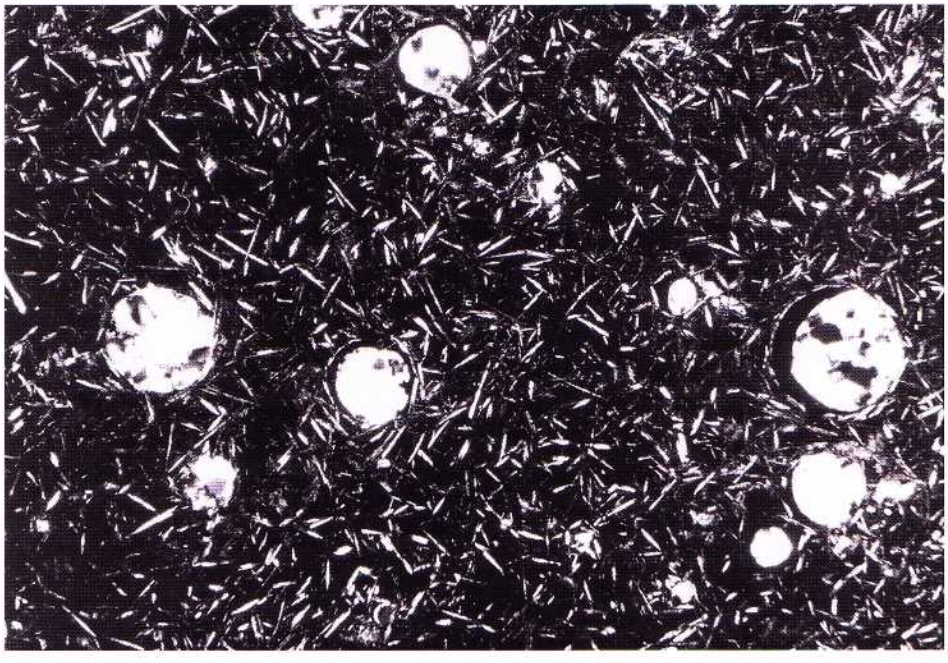
Laajojen diabaasimuodostumien raoissa on paikoin löydettävissä reomorfisia, hybridisulien muodostamia raontäytteitä. Etenkin pystysuorissa raoissa on havaittavissa apliittigraniittia muistuttava raontäyte, jonka paksuus on parista

Kuva 24. Palingeeninen 2-3 cm leveä juoni Sorkan diabaasissa.
Fig. 24. A palingenic dyke, 2-3 cm wide, in the Sorkka diabase.
Hankkila, Tornivuori, 11 B; x = 6788,00, y = 1531,42. Valokuva - *Photo* V. Suominen.

millimetristä jopa kymmeneen senttiin (kuva 24). Hankkilan Tornivuorelta otetut vaaleanpunaiset, hienorakeiset, massamaiset näytteet koostuivat kalimaasälvästä, plagioklaasista, sarvivälkkeestä, muskoviitista, paikoin pienirakeisista oliviinista tai pyrokseenista, sekä aksessorisesta kvartsista ja karbonaatista. Mafiset mineraalit ovat omamuotoisia. Tosin sarvivälke on repaleista tai ulkoreunoista muuttunut vaaleaksi amfiboliksi, todennäköisesti aktinoliitiksi. Kalimaasälpä on karkeata ja sulkee kaikki muut mineraalit sisäänsä. Kahma (1951) toteaa näiden reomorfisten raontäytteiden olevan palingeenisiä. Kun kuuma diabaasimagma intrudoitui, se sulatti ympäröiviä kiviä. Kun diabaasi alkoi kiteytyä, sen jäähtymisrakoihin työntyi ympäristöstä graniittisia sulia. Siksi diabaasin ja raontäytteen lähtömateriaalin ikäsuhde on käänteinen leikkaussuhteeseen nähden. Palingeenisten juonien tai reomorfisten raontäytteiden koostumuksissa on jonkin verran vaihtelua eri puolilla diabaasia, sillä sulia ovat muodostaneet rapakivigraniitti ja migmatiitti sekä Rauman kartta-alueen ulkopuolella oleva hiekkakivi, Euran ympäristön diabaaseissa (Kahma, 1951).

Tiiviit diabaasit

Rauman kartta-alueella on lukuisia, tiiviitä diabaasijuonia etenkin suonigneisseissä. Juonet ovat mustanruskeita ja keskimäärin parikymmentä senttimetriä leveitä. Juonien pituuksissa on vaihtelua, toisinaan juonet kapenevat paljastumalla ja hiipuvat näkyvistä. Osalehdillä 08 ja 09 diabaasijuonet sijait-



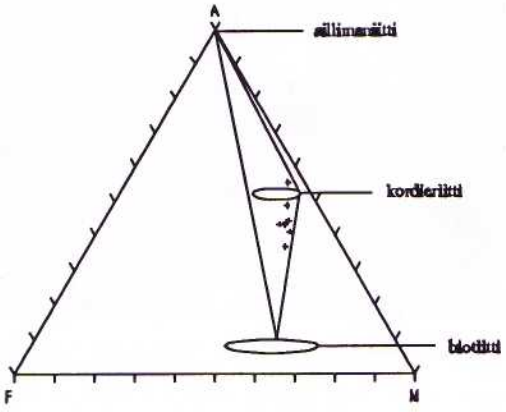
Kuva 25. Diabaasin täytteisiä kaasurakkuloita. Ristinikolit.
Fig. 25. Filled amygdales in diabase. Nicols crossed.
Kuuskajaskari, 05 C; x = 6781,00; y = 1519,80. Mikrokuva - *Microphoto* A. Mustonen.

sevat kiillegneisseissä pystyasentoisissa raoissa, jotka erottuvat topografiassa pitkinä, itä - länsisuuntaisina, suoraviivaisina, joskus useitakin metrejä leveinä painanteina. Tiiviistä diabaaseista voi joskus paljastumilla erottaa alle millimetrin mittaisia plagioklaasikiteitä eli liistakkeita sekä pyöreitä läpikuultavia onteloita. Mikroskooppisesti diabaasin perusmassassa on biotiitin lisäksi vaikeasti tunnistettavia heikosti kidemuotoisia, mafisia mineraaleja. Ontelot ovat kvartsin, karbonaatin sekä paikoin opaakkimineraalien täyttämiä kaasurakkuloita, mikä osoittaa juonen purkautuneen melko lähelle maankuoren pintaa (kuva 25).

Kun diabaaseja verrataan kemiallisesti mafisiin vulkaanisiin kiviin, ovat diabaasit tholeiittisia Irvine ja Baragarin (1971) AFM-diagrammin perusteella. Pearcen et al. (1975) TiO_2 - K_2O - P_2O_5 -kolmiodiagrammissa, joka erottelee merelliset ja mantereiset basaltit, diabaasit ovat mantereisessa kentässä. Myös Pearcen ja Cannin (1973) basalttien purkautumisympäristöjä erotteleva Zr - Ti/100 - Yx3 -kolmiodiagrammi osoittaa oliviinidiabaasi-intruusioiden olevan laatansisäisten basalttien kaltaisia. Vain tiiviit, kapeat diabaasijuonet poikkeavat muista sijoittuen kalkkialkalisten basalttien kenttään ja poikkeavat täten myös muista Satakunnan diabaaseista (vrt. Pihlaja, 1987). Täten jää epäselväksi ovatko kapeat juonet Rauman alueella subjotunisia vai postjotunisia.

METAMORFOOSI

Valtaosa Rauman kartta-alueen suprakrustisista kivistä on kordieriittigneissejä, ja ne edustavat keskiasteista metamorfoosia, osa gneisseistä on korkeaasteisia. Kartta-alueella ei ole eroteltavissa metamorfoosiasteeltaan erilaisia vyöhykkeitä, vaan metapelittien tyypillinen mineraaliseurue on plagioklaasi, kvartsi, biotiitti, kordieriitti ± granaatti ja ± sillimaniitti. Sillimaniittineulaset ovat usein pieniä, ja ne ovat kasvaneet kordieriittirakeisiin, jolloin ne voi todeta vain mikroskooppilla. Selvästi paljastumalla havaittavaa sillimaniittia on Nurmeksessa, Aikonmaalla ja Haapasaarenveden pienillä saarilla (05 D ja 08 B). Esimerkiksi Aikonmaalla (x = 6788,98; y = 1519,92) sillimaniitti on pienoispoimuttunutta, kiharaista kuten biotiittikin, ja granaattikidekasaumat. Toisaalta isoimmat poikiloblastiset granaatit ovat paljain silmin tarkasteltuna deformoitumattomia.



Kuva 26. Rauman metapeliitit Thompsonin (1957) AFM-diagrammissa ja sidosviivat mukailtu Winklerin (1979) pohjalta.
Fig. 26. The metapelites at Rauma plotted in Thompson's (1957) AFM diagram, tie lines after Winkler (1979).

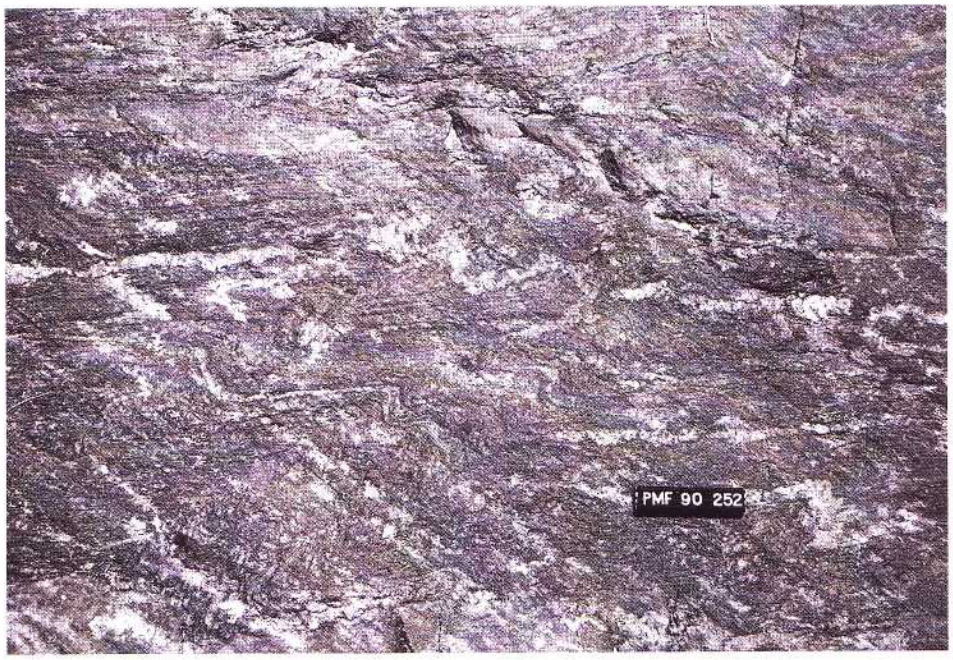
Ainakin osassa migmatiittisia kiillegneissejä on anatektista sulan muodostusta, mikä ilmenee paleosomissa ohuina, felsisinä leukosomijuovina. Granaattia on yleisesti kiteytynyt sekä neosomiin että paleosomiin. Suurimmat granaattikiteet tai raekasaumat ovat leveissä neosomisuonissa.

Kiillegneissien kemiallisen kokonaiskoostumuksen pohjalta on laskettu tasapainoinen mineraaliseurue Thompsonin (1957) Al_2O_3 - FeO - MgO - diagrammin avulla (kuva 26). Kuvan kolmiona on itse asiassa tetraedrin pohjakolmio, jonka huippuna oleva K_2O-pitoisuus on huomiotu kolmion kulmien oksidimäärien laskukaavoissa kiven sisältämän kalimaasälvän mukaan. Koska kiillegneisseissä on paljon MgO:a verrattuna FeO:iin, asettuu pistejoukko kuvassa tiiviisti kordieriitin tasapainoalueeseen. Pistejoukko leviää vain hieman pystysuunnassa, mikä osoittaa biotiitin määrän vaihtelua eri kiillegneisseissä. Raudan suhteellinen vähyys näkyy näytekivien granaatin (almandiinin) niukkuutena. Tämä selittää kordieriittigneissien yleisyyttä Rauman alueella.

Karttalehtialueella on joihinkin amfiboliitteihin (esim. Kaskinen, 08 A) kiteytynyt diopsidia. Tämä johtunee amfiboliittien kemiallisesta koostumuksesta, sillä kivessä on diopsidia ja amfibolia hyvin ohuina vuororaitoina. Muutoin amfiboliitit ovat sarvivälkevaltaisia ja sisältävät lisäksi vaihtelevia määriä biotiittia.

RAKENNEGEOLOGIA

Rauman karttalehtialueen kallioperää luonnehtii itä-läntinen suuntaus, joka näkyy pääliuskeisuuden, poimuakseleiden ja venymien suunnissa. Kartta-alu-



Kuva 27. Pääliuskeisuutta poimuttava pienoispoimutus kiillegneississä.
Fig. 27. The main schistosity of mica gneiss is overprinted with minor folds.
Luoto Kalattilasta länteen, 08 B; x = 6788,54; y = 1524,42. Valokuva - *Photo* P. Fagerström.

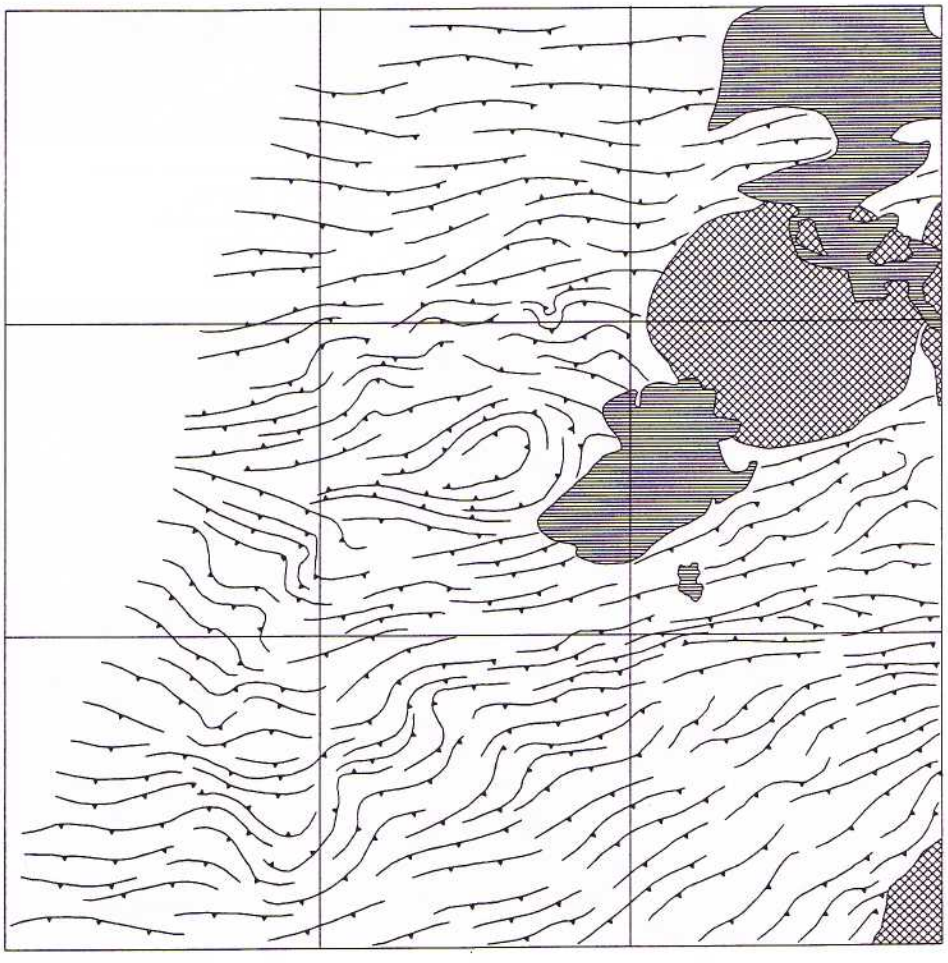
Kuva 28. Pienoispoimutuksen akselitaso on yhdensuuntainen pääliuskeisuuden kanssa.
Fig. 28. The axial plane of minor folding is parallel to the main schistosity.
Leppäkarit, 08 B; x = 6786,90; y = 1521,96. Valokuva - *Photo* P. Fagerström.

Kuva 29. Hierto katkoo kiillegneissin poimurakenteita.
Fig. 29. The fold structure is cut by minor shearing.
Keskivedenkarit, 09 C; x = 6790,64; y = 1525,90. Valokuva - *Photo* P. Virtanen.

eella on laaja-alainen loiva-akselinen poimutus sekä sitä terävässä kulmassa leikkaava nuorempi pienoispoimutus.

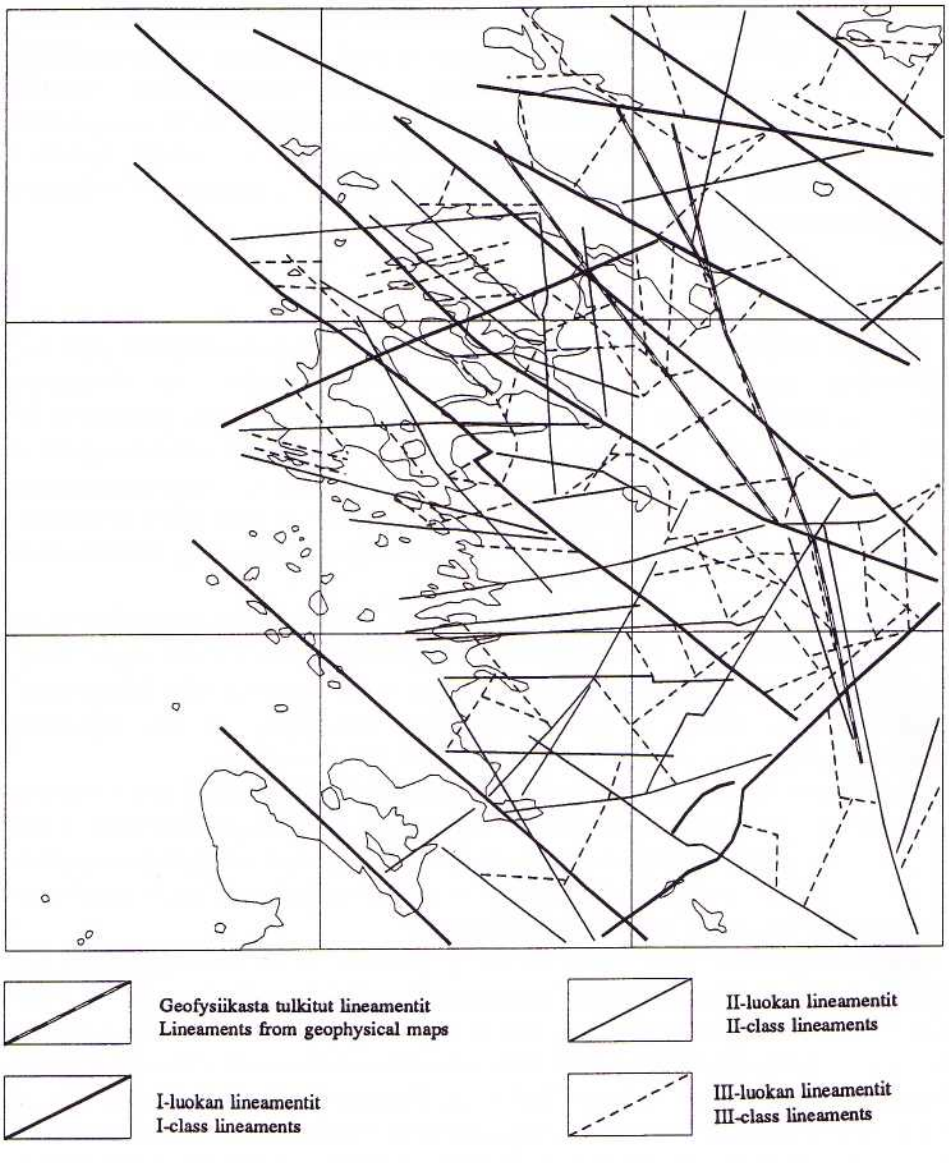
Erään ison, melko tiukan poimun kaade on noin 30° itään. Poimun muoto on hahmotettavissa esimerkiksi magneettiselta totaali-intensiteettikartalta osalehtien 08 ja 09 alueelta (ks. kuva 35 s. 46). Poimun kyljillä on pienoispoimutusta, jonka akselitaso leikkaa noin 30 – 40°:n kulmassa ison poimun akselitason (kuva 27).

Ison poimun eteläpuolella Haapasaarenveden alueella on metapeliiteissä pienoispoimutusta yhdensuuntaisesti pääliuskeisuuden ja siis alueellisen laajemman poimutuksen kanssa. Tämä pienoispoimutus on havaittavissa lähinnä alkuaan savisissa, plastisissa kerroksissa (kuva 28). Poimutuksen intensiteetti kasvaa ison poimun kylkien välisellä alueella, lehtien 08 ja 09 rajalla. Tällöin poimuttuneet kerrokset eivät ole jatkuvia, vaan katkeavat hiertyneen siirros-



Kuva 30. Kartake Rauman karttalehtialueen kallioperän plastisesta deformaatiosta.
Fig. 30. Plastic deformation of bedrock in Rauma map-sheet area.
Laatinut - *by* Markus Torssonen.

pinnan kohdalla (kuva 29). Paikoin nämä siirrospinnat muodostavat kymmenisen senttiä leveitä kaistaleita, jotka leikkaavat ja katkaisevat liuskeisuuden suuntauksen, esim. Orjansaari, Kalkkivuorenkallio, 09 C. Samoin ison poimun sisäosassa on melko isoja (amplitudi pari metriä), ylityöntyneitä poimuja, joista eräs näkyy hyvin Olkiluodon tien varressa olevasta suonigneissikallion tieleikkauksesta (11 B; x = 6789,20; y = 1530,30).



Kuva 31. Kartake Rauman karttalehtialueen kallioperän hauraasta deformaatiosta.
Fig. 31. Ductile deformation of bedrock in Rauma map-sheet area.
Laatinut - *by* Markus Torssonen.

Yleisesti ottaen pääpoimutusvaihe on moniosainen, ja siihen liittyy voimakas neosomin muodostus ja neosomin deformoituminen. Kallioperän rakennetta on tutkittu tarkasti Olkiluodon alueella ja sen ympäristössä ydinjätteen sijoitustutkimusten yhteydessä (esim. Saksa (toim.) 1993). Tutkimuksen antamaa yleiskuvaa voi soveltaa hieman laajemmallekin karttalehden pohjoisosiin.

Rauman alueelta mitatuista taso- ja viivasuunnista on hahmotettu kartake kuvaamaan alueen kallioperän plastisen deformaation suuria rakenteita ja yleiskuvaa (kuva 30). Kuvassa erottuvat selvästi leikkaavina ja peittävinä suuntautumattomat kivilajit, rapakivigraniitit ja diabaasit, jotka ovat vuorijonopoimutusta nuorempia. Kallioperän haurasta deformaatiota esittää kartakekuva 31. Kallioperän siirrokset, ruhjeet ja raot on jaettu intensiteetiltään neljään lineamenttiluokkaan, joista luokkaa I edustaa voimakkaimpia rakenteita. Kartakkeen laatimiseen on käytetty aeromagneettisen harmaasävykartan dataa, jota on työstetty IMD-kuvatulkintaohjelmalla. Lisäksi on hyödynnetty GTK:n ydinjätteensijoitustutkimusyksikön laatimaa tarkempaa rakokarttaa Olkiluodon alueesta ja sen lähiympäristöstä.

KALLIOPERÄN IKÄSUHTEET

Rauman kallioperän vanhimman osan muodostavat pintasyntyiset gneissit. Gneissien kerrostumisalustaa ei tunneta. Gneisseihin on työntynyt kerrosmyötäisesti eniten felsisiä syväkiviä. Felsiset syväkivet, graniitteja lukuun ottamatta, ovat intrudoituneet ennen alueellisen deformaation huippua, ja siten kiillegneisseissä sekä granodioriitti-tonaliiteissa on samansuuntainen liuskeisuus. Silti kuvan 11 kaltaiset tonaliittisulkeumat ovat lähes suuntautumattomia, mutta kuitenkin rikkoutuneet kallioperän jossakin deformaatiovaiheessa.

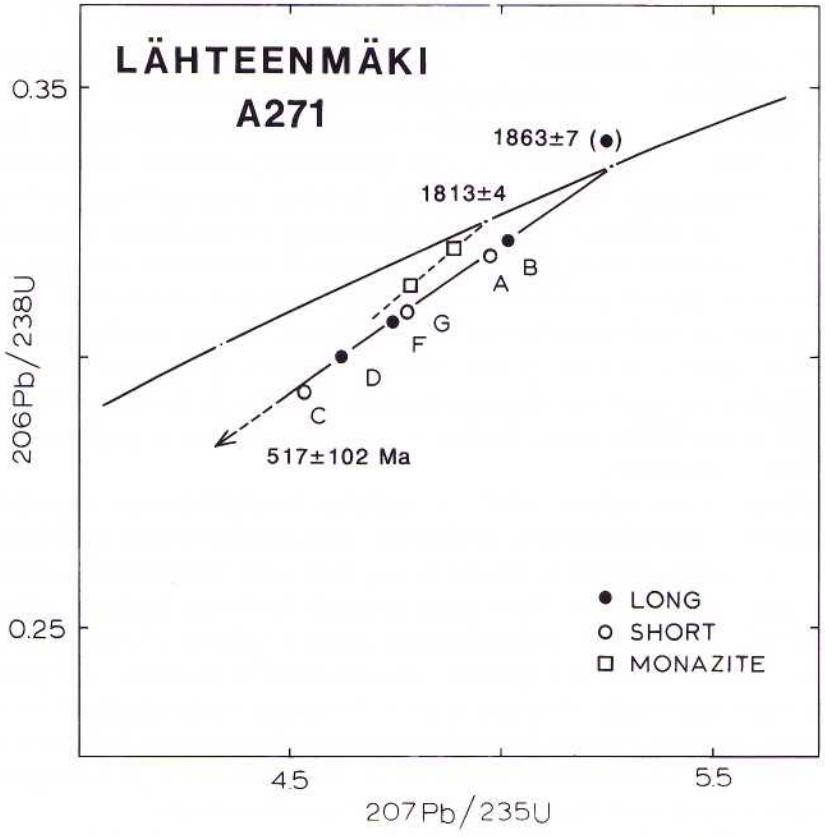
Rauman pienialaiset, mafiset syväkivet ovat osueina ja sulkeumafragmentteina kiillegneisseissä ja suuntautuneissa granodioriitti-tonaliiteissa. Fragmentit eivät kuitenkaan ole teräväkulmaisia vaan pyöreitä sekä lähes suuntautumattomia. Koska ne ovat muita kiviä jäykempiä, ne ovat pysyneet suuntautumattomina ja lohkoutuneet jossakin deformaatiossa.

Graniittiset syväkivet ovat yleensä selvästi leikkaavia, etenkin pegmatiittiset suuntautumattomat osueet. Graniittiset kivet ovat myös migmatisoivana aineksena ja juonikivinä kiillegneisseissä. Kallioperän nuorinta magmatismia edustavat selvästi muita kivilajeja leikkaavat rapakivigraniitit ja kvartsiporfyyrijuonet sekä rapakiveä leikkaavat diabaasit.

Karttalehtialueen kivilajeista on tehty joitakin U-Pb-isotooppigeologisia ikämäärityksiä. Kartta-alueen itäreunan Laitilan rapakivigraniitti (A608 Untamala) on iältään 1574 ± 4 Ma (Vaasjoki ja Rämö, tekeillä). Eurajoen rapakivistokista on otettu ikänäytteitä eri intruusiofaaseista (Vaasjoki 1977). Uusien ikämääritysten valossa Tarkin ja Väkkärän graniitit eroavat iältään toisistaan ja Laitilan batoliitista. Näytteen A687 Väkkärä sisältämä monatsiitti antaa iäksi 1548 ± 3 Ma (Vaasjoki ja Rämö, tekeillä). Näytteen A 606 Tarkki uusi ikätulos zirkoneista on 1571 ± 3 Ma (Vaasjoki ja Rämö, tekeillä). Nämä

tulokset sopivat hyvin yksiin maastohavaintojen kanssa. Myös kvartsimaasälpäporfyyrijuonet leikkaavat Tarkin graniittia. Eurajoen rapakiveä peittää osin Sorkan laaja diabaasi-intruusio, jolla on selvät leikkaavat kontaktit kaikkiin ympäröiviin kivilajeihin. Sorkan diabaasin karkeasta, pegmatoidisesta kohdasta on tehty ikämääritys 1258 ± 13 Ma (Suominen, 1991 b). Näytteen mineraloginen koostumus on esitetty diabaasien mooditaulukossa nro 7, näytteet 52 ja 53.

Karttalehtialueen tonaliitista on tehty uusi, aiemmin julkaisematon ikämääritys. Tonaliittinäyte on otettu Lähteenmäeltä, tielaitoksen kivilouhoksesta, osalehti 10 D; x = 6779,00; y = 1535,60. Tonaliitti on palanäytteessä selvästi suuntautunut, hienorakeinen, muutamat maasälpärakeet ovat keskirakeisia. Päämineraalit ovat plagioklaasi (47,1 %), biotiitti (30,2 %) ja kvartsi (20,4 %) sekä aksessorisena (2,3 %) apatiittia, opaakkia, zirkonia ja monatsiittia. Kiven suuntaus ei ole mikroskooppisesti selvä, monikiteisissä kvartsirakeissa näkyy heikko deformaation aiheuttama hierto. Tämä näkyy myös biotiittisuomujen epämääräisenä nauhamaisuutena. Plagioklaasirakeet ovat muita kiteitä



Kuva 32. Lähteenmäen tonaliitin konkordiadiagrammi zirkoni- ja monatsiittifraktioiden U-Pb isotooppisuhteesta.
Fig. 32. Concordia diagram for U-Pb isotope ratios of zircon and monazite fractions from Lähteenmäki tonalite.

kookkaampia ja omamuotoisempia.

Ikämäärityksen teki FT Olavi Kouvo GTK:n isotooppilaboratoriossa. Hän kommentoi mittaustuloksia seuraavasti: "Separoiduissa zirkoneissa todettiin kaksi eri zirkonityyppiä. Toiset kiteet olivat lyhyitä ja sameita, toiset neulasmaisia. Joidenkin zirkonikiteiden toisesta päästä on lähtenyt kasvamaan uusi kide. Nämä kiteet ovat siksi epäsymmetrisiä. Pitkäprismaisista ja lyhytprismaisista kiteistä analysoitiin kolme fraktiota kummastakin. Uraanin pitoisuus on lyhyissä kiteissä systemaattisesti hieman korkeampi, samoin tavallisen uraanin osuus. Myös kasvettumat osoittavat, että lyhyet kiteet ovat vanhempaa generaatiota. Konkordiadiagrammilla zirkonityypit eivät kuitenkaan eroa toisistaan, vaan antavat kiven iäksi 1863 ± 7 Ma (kuva 32). Kahden zirkonigeneraation olemassaolo on kuitenkin varma todiste siitä, että kivilajissa on mukana vanhaa materiaalia. Lisäksi kivestä löytyi niukasti monatsiittia, joka on zirkonia nuorempaa. Sen $^{207}Pb/^{206}Pb$ isotooppisuhteeseen perustuva ikä on niin alhainen, että jatkuvaan diffuusioon perustuva ikäarvio 1817 ± 2 Ma on todennäköisempi." Analyysitiedot on koottu liitteeseen 3.

KIVILAJIEN PETROFYSIKAALISET OMINAISUUDET

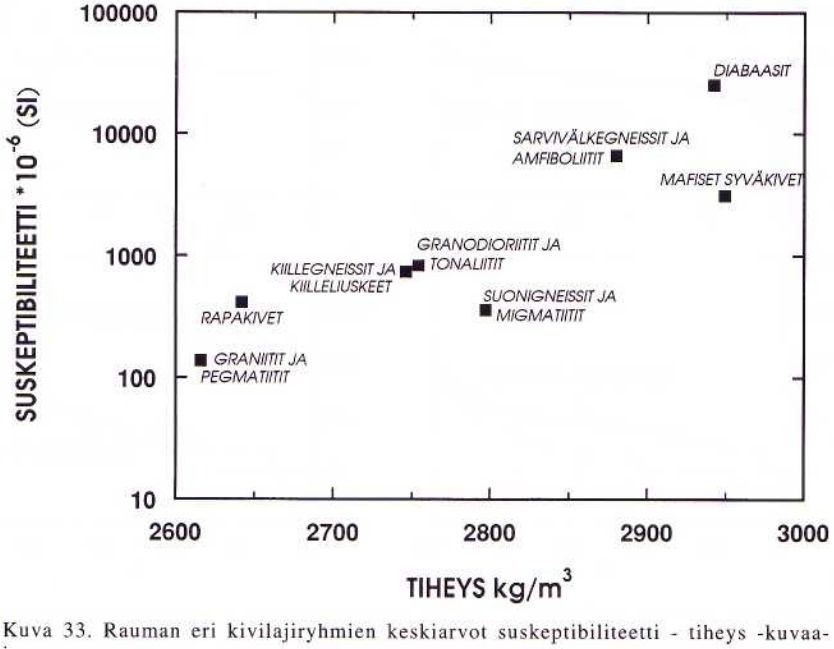
Karttalehtialueelta mitattiin 442 palanäyttettä GTK:n petrofysiikan laboratoriossa. Laboratorion mittaamista petrofysiikan ominaisvakioista hyödynnettiin tässä työssä näytteiden tiheys-, suskeptibiliteetti- ja remanenssiarvot. Kuvissa esitetyt mittaustulokset on ryhmitelty pääkivilajityypeittäin seuraavasti (suluissa diagrammien vastaavat otsikot): heikosti migmatiittiset sedimenttisyntyiset kivet (kiillegneissit ja kiilleliuskeet); voimakkaasti migmatiittiset sedimenttisyntyiset kivet ja lähes syväkivimäiset migmatiitit (suonigneissit ja migmatiitit); mafiset pintakivet eli sarvivälkegneissit, amfiboliitit, diopsidiamfiboliitit ja uraliittiporfyriitit (sarvivälkegneissit ja amfiboliitit); hornblendiitit, gabrot, dioriitit ja montsoniitit (mafiset syväkivet); felsiset kalimaasälpäköyhät syväkivet eli granodioriitit, tonaliitit ja trondhjemiitit (granodioriitit ja tonaliitit); muut felsiset syväkivet (graniitit ja pegmatiitit) sekä rapakivet ja diabaasit.

Kuvassa 33 on esitetty edellä mainittujen kivilajiryhmien magneettisten (tilavuus)suskeptibiliteettien keskiarvot tiheyskeskiarvojen funktiona. Tiheydet ja suskeptibiliteetit kasvavat kun mafisten mineraalien suhteellinen osuus näytteessä kasvaa. Verrattuna samojen kivilajien keskiarvotiheyksiin Suomessa (Puranen et al. 1978) Rauman alueen kivilajien tiheydet ovat samaa suuruusluokkaa, paitsi että ryhmän "granodioriitit ja tonaliitit" tiheydet Raumalla ovat suurempia. Rauman alueen kivilajien keskimääräiset suskeptibiliteetit vastaavat yleensä Prekambristen kivien keskiarvoja Suomessa (Puranen 1989). Granodioriittien, tonaliittien, kiilleliuskeiden ja kiillegneissien suskeptibiliteetit ovat Raumalla jonkin verran alhaisempia.

Kuvissa 34a - 34d verrataan Rauman karttalehden kivilajikohtaisia petrofysikaalisia kuvaajia GTK:n geofysiikan osaston ylläpitämän petrofysiikan rekisterin koko Suomen alueelta olevien vastaavien kivilajien kuvaajiin.

Näytemäärät on ilmoitettu kuvissa. Rauman rapakivet, granodioriitit ja tonaliitit, suonigneissit ja migmatiitit sekä mafiset syväkivet ovat tiheämpiä kuin vertailuaineistossa. Sarvivälkepitoisten granodioriittien ja tonaliittien suuri osuus Rauman aineistossa nostaa tiheyskuvaajan vertailukäyrän yläpuolelle. Mafisten syväkivien ryhmä on kivilajikirjoltaan heterogeeninen, ja eri tyyppien määrien suhteet ovat erilaiset Raumalla ja vertailujoukossa. Diabaasien tasainen tiheyskuvaaja osoittaa näyteaineiston olevan mineraalikoostumukseltaan hyvin homogeenista, kun taas vertailuaineistossa on kokoelma koostumukseltaan erilaisia diabaaseja. Suurin osa Rauman diabaasinäytteistä on otettu muutamasta laaja-alaisesta intruusiosta. Pienimmät lukemat liittyvät kapeisiin tiiviisiin juoniin, joita esiintyy kartoitusalueen länsiosassa.

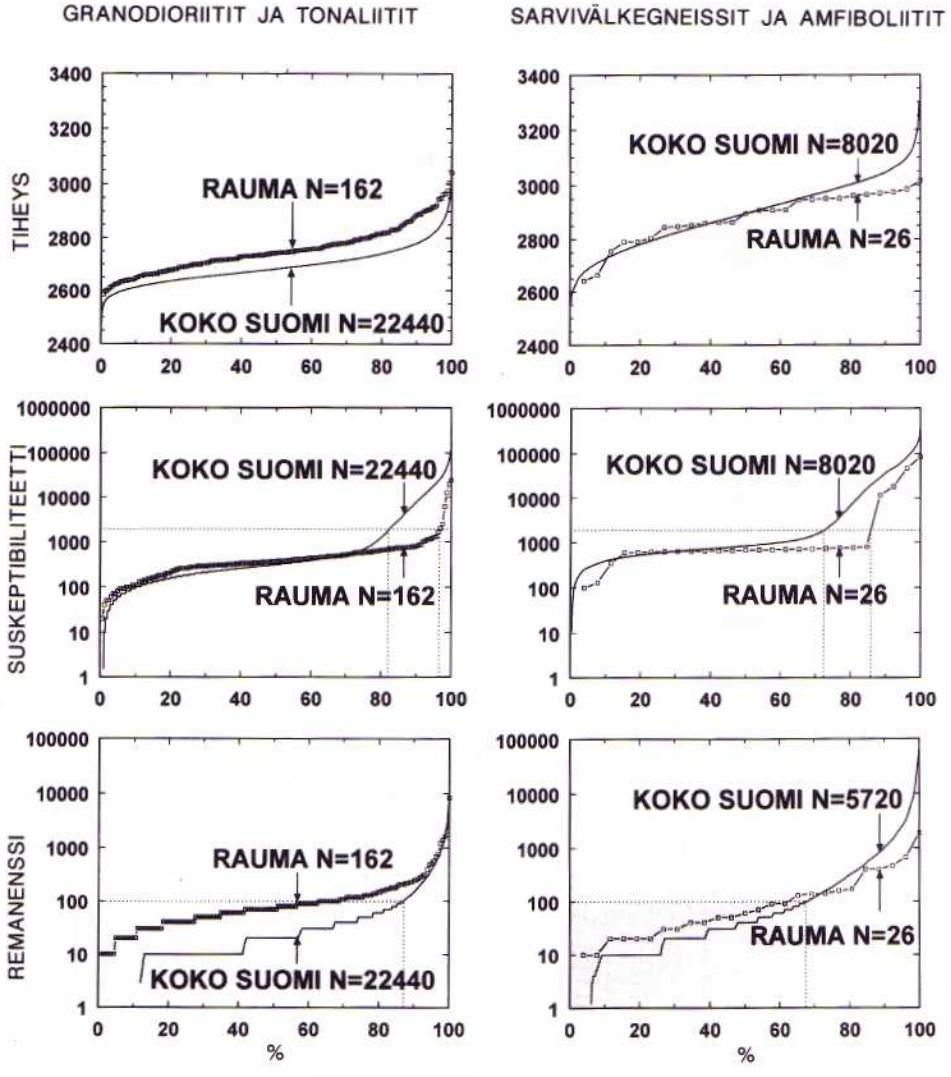
Suskeptibiliteetti kuvaa kiven magnetoitumiskykyä ja remanenssi kivessä olevaa pysyvää magnetoitumaa. Prekambristen kivien suskeptibiliteettihistogrammit ovat tyypillisesti kaksihuippuisia (Puranen 1989). Alempi huippu (noin 1000 10^{-6} SI) johtuu pääasiassa mafisten mineraalien paramagneettisuudesta. Ylempään huippuun vaikuttavat kiven sisältämät ferrimagneettiset mineraalit, jotka kantavat kiven remanenssia. Suskeptibiliteettidiagrammeihin (kuvat 34a – 34d) piirretty katkoviiva osoittaa keskimääräisesti paramagneettisten ja ferrimagneettisten ominaisuuksien rajaa. Remanenssidiagrammeissa alle 100 mA/m olevat arvot on erotettu harmaalla rasterilla. Näiden arvojen suhteellinen tarkkuus on huono laitteiston virherajojen takia, ja seuraavissa tarkasteluissa käsitellään pääasiassa tämän alueen yläpuolella olevia havain-



Kuva 33. Rauman eri kivilajiryhmien keskiarvot suskeptibiliteetti - tiheys -kuvaajassa.
Fig. 33. The mean magnetic (volume)susceptibility vs density diagram of the main rock types in the Rauma map sheet.

toja.

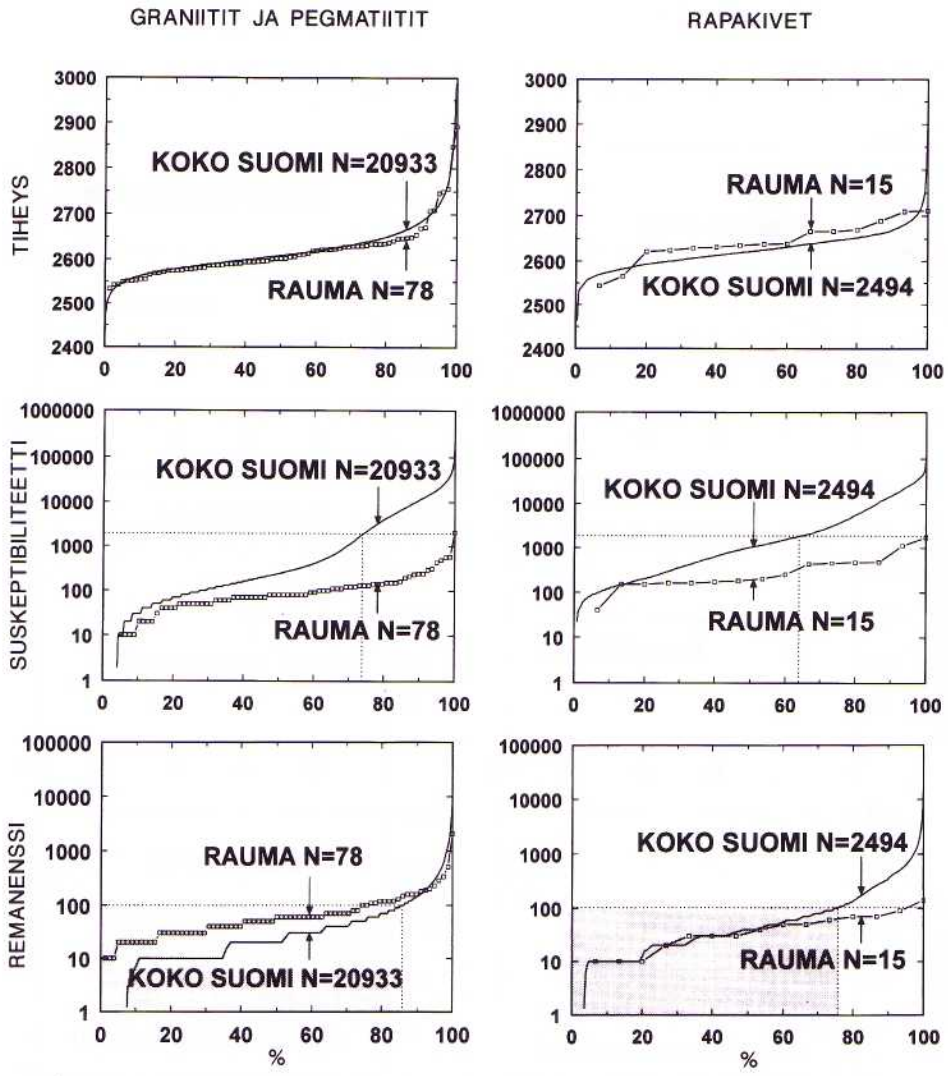
Rauman alueen kivilajiryhmien suskeptibiliteettien kuvaajissa kiinnittää huomiota se, että voimakkaasti magneettiset (ns. ferrimagneettiset) näytteet puuttuvat lähes kokonaan. Sedimenttisyntyisten kivien sekä mafisten pinta- ja syväkivien paramagneettiset arvot vastaavat vertailuaineistoa. Graniittien, pegmatiittien ja rapakivien suskeptibiliteetit ovat Raumalla pienempiä kuin



Kuva 34a - 34d. Rauman pääkivilajien tiheys-, suskeptibiliteetti- ja remanenssiarvojen prosentuaalinen jakauma Rauman alueen näytejoukossa sekä koko Suomen vertailujoukossa. Tiheyden yksikkö on kg/m^3, suskeptibiliteetti 10^{-6} SI ja remanenssi mA/m.

Fig. 34a - 34d. Distribution of the density, magnetic susceptibility and remanence percentages of the main rock types in the Rauma area and in the sample population of the whole of Finland.

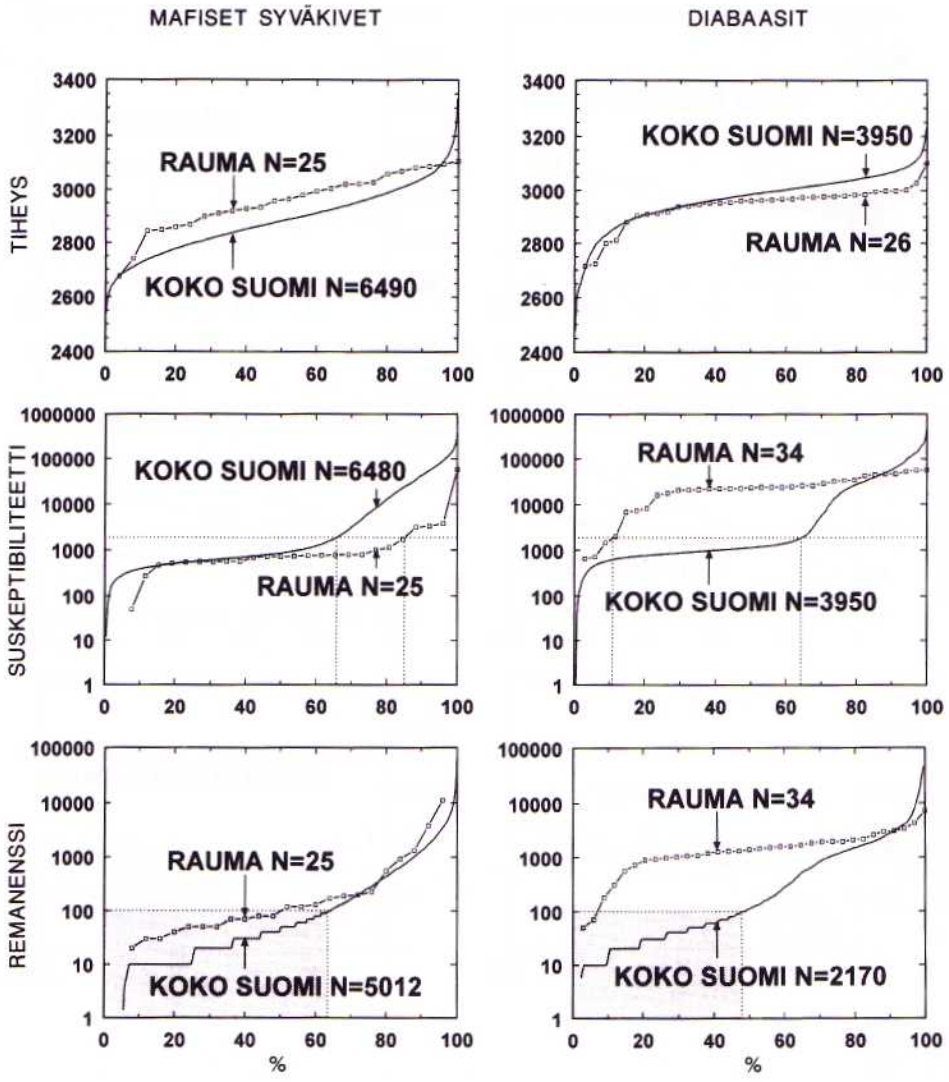
vertailuaineistossa, ja kuvaajien tasaisuus osoittaa näytteiden koostumuksen tasalaatuisuutta. Ero vertailuaineistojen diabaasien suskeptibiliteettien välillä johtuu siitä, että Rauman näyteaineisto on koostumukseltaan homogeenista näyteaineistosta verrattuna koko Suomen heterogeeniseen diabaasiaineistoon. Rauman diabaasit sisältävät yleisesti magnetiittia, mikä näkyy suurina suskeptibiliteetteina ja remanenssin intensiteetteinä. Kapeiden tiiviiden



Kuva 34b.
Fig. 34b.

diabaasijuonien suskeptibiliteetit ovat pieniä.

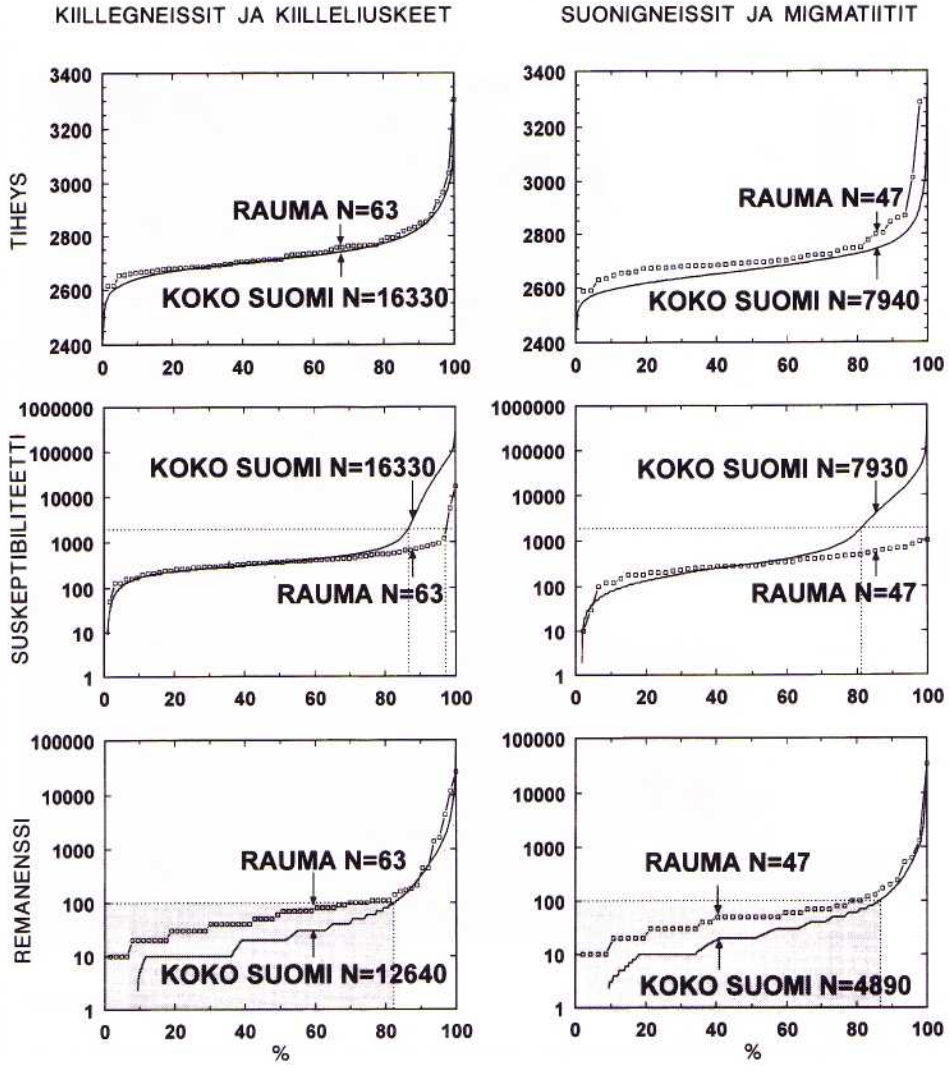
Remanenssin intensiteetit ovat Rauman alueella enimmäkseen pieniä, mutta mafisissa syväkivissä ja diabaaseissa esiintyy suuriakin remanensseja. Ferrimagneettisten näytteiden vähäisestä osuudesta huolimatta Rauman aineistossa magneettisten ominaisuuksien keskiarvoja nostavat muutamat erittäin voimakkaasti magnetoituneet näytteet. Hienorakeinen magnetiitti vaikuttaa remanenssiin huomattavasti, vaikka se määrältään voi olla niin vähäistä, että suskeptibiliteetissa ei näy merkittävää nousua paramagneettisten silikaattien



Kuva 34c.
Fig. 34c.

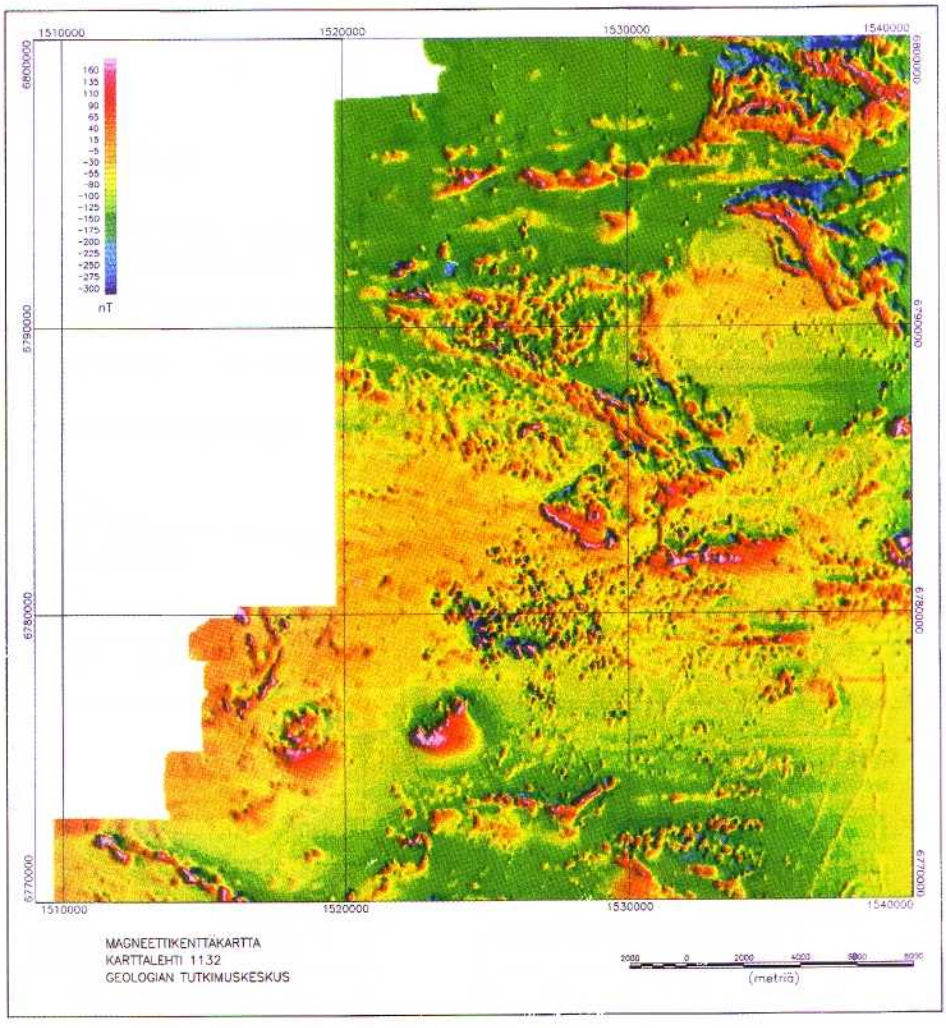
suskeptibiliteettiin verrattuna. Tällaisiin näytteisiin voi liittyä erittäin suuri Q-suhde (remanentin ja indusoidun magnetoituman suhde). Rauman diabaaseilla Q-suhteet ovat keskimäärin 2, mikä osoittaa remanenssin tärkeää vaikutusta diabaasien magneettisiin anomalioihin.

Rauman karttalehden magneettikenttäkartalla (kuva 35) selkeimmät anomaliat liittyvät voimakkaasti magneettisiin diabaaseihin. Niiden anomaliakuvio vastaa muiden Satakunnan alueella esiintyvien postjotunisten diabaasien anomalioita, joille on tunnusomaista niiden paleomagneettisista ominaisuuksista negatiivisen



Kuva 34d.
Fig.34d.

inklinaation (Neuvonen 1965) aiheuttama "reunus". Erityisen hyvin tämä anomaliakuvio on tunnistettavissa magneettikenttäkartan harmaasävyesityksessä. Kiillegneissien poimuttuminen on hahmotettavissa karkeasti karttakuvan keskiosassa. Eurajoen rapakivigraniitti erottuu heikommin magneettisena, homogeenisena alueena ympäröivästä diabaasista ja kiillegneissistä. Petäjäkarin dioriittiin liittyy magneettinen kehärakenne. Rauman kaupunki ja satama-alue aiheuttavat häiriöitä karttakuvan keskellä. Karttalehden kaakkoisreunassa positiivisista magneettisista jaksoista pohjoisluoteeseen kulkeva anomaliaketju on voimalinjan aiheuttama häiriö, mutta sitä leikkaavat, pohjoiskoilliseen kulkevat anomalianauhat vastaavat heikosti magnetoituneisiin diabaasijuoniin liittyviä anomalioita. Niiden aiheuttajia ei ole tavattu paljastuneena.



Kuva 35. Aeromagneettinen kartta Rauman karttalehtialueesta.
Fig. 35. Aeromagnetic map of the Rauma map-sheet area.

TALOUDELLISIA AIHEITA

Rauman karttalehtialueelta ei ole aiemmin eikä myöskään tämän kartoituksen yhteydessä löydetty taloudellisesti merkittäviä metalliesiintymiä. Tieteellisesti mielenkiintoisia ovat rapakivigraniiteissa olevat greisenjuonet ja niihin liittyvät tinamineralisaatiot, joista on edellä mainittu. Olkiluodon malmikriittisyyttä on selvitetty Ilveskiven ja Niinin (1985) ydinjätetoimikunnalle laatimassa raportissa, jossa Olkiluodon alue arvioidaan malmipotentiaaliltaan huonoksi. Olkiluodossa tehdyistä kallionäytekairauksista on löytynyt n. 2 cm leveitä sinkkivälkejuonia (Lindberg ja Paananen 1991, Anttila et al. 1992).

Laajat malmimineralisaatiot erottuvat yleensä aerogeofysikaalisissa mittauksissa. Rauman alueella mafiset syväkivet ja diabaasi-intruusiot erottuvat geofysikaalisesti hyvin muista kivistä. Niissä kivissä on n. 5 % opaakkimineraaleja, diabaaseissa paikoin jopa 10 %. Oliviinidiabaasien opaakkimineraali on voimakkaasti magneettinen magnetiitti ja siihen yhteenkasvettunut ilmeniitti (Kahma, 1951). Nämä malmimineraalit eivät ole kuitenkaan taloudellisesti hyödynnettävissä.

Eurajoen Hankkilan kylässä on Sorkan diabaasia louhittu kotimaiseen ja ulkomaiseen käyttöön. Tätä tiheätä ja siis painavaa kiveä on viety 1980-luvun alussa suuria määriä Hollantiin Oosterschelden tulvapatorakenteihin, sillä suuren tiheytensä ansiosta diabaasi sopii suurina lohkareina hyvin tyrskyvyöhykkeen verhoilukiviksi. Betonissa se taas lisää rakenteiden painoa. Oliviinidiabaasia on käytetty rakenteissa myös teräsverkoilla sidottuina harkkoina. Suomessa tätä kulutuksen kestävää kiveä on murskattu asfaltin kiviainekseksi. Lisäksi sitä on myös käytetty saunan kiuaskivenä.

Eurajoen rapakivigraniitteja on vähäisessä määrin käytetty rakennuskivenä ja paikallisesti tienrakennusaineena. Eurajoen rapakivigraniitin Väkkärän tyypissä on kirkkaita ja omamuotoisia jalokiviluokan topaaseja, joista jo Laitakari (1931) kirjoitti käytyään rapakivilouhoksella professori Eskolan vihjeestä. Topaasia on karkeissa pegmatiittisissa juonenpätkissä ja osueissa, jotka ovat Väkkärän porfyyrisessä tyypissä melko yleisiä (Haapala, 1977).

RETKEILYKOHTEITA

1. Susivuoren ja Pyynpään välinen alue Rauman kaupungissa. Tyyppiesimerkki ns. juovagranodioriitista ja sen vaihettuvasta kontaktista aluetta migmatisoivaan graniittiin. 1132 08C; x = 6781,60, y = 1528,60

2. Rauman kaupunki, Kaaron kaupunginosaan johtavan tien varsi. Sorkan diabaasin alapuolinen kontakti kiillegneissiin. 1132 08D; x = 6785,16, y = 1529,08.

3. Eurajoki, Hankkila, Olkiluodon tien varsi. Uusi rapakivilouhos, jossa diabaasin ja rapakivigraniitin Tarkin tyypin kontakti. 1132 11B; x = 6787,10, y = 1532,70.

4. Eurajoki, Hankkilan kylä. Diabaasilouhos.

5. Eurajoki, Hankkilan kylä. Olkiluotoon johtavan tien Tornivuoren tieleikkaus. Reomorfisia juonia diabaasin raontäytteinä. 1132 11B; x = 6788,02, y = 1531,60.

6. Eurajoen kirkonkylä. Pappilan pihalla havainnollinen breksia, jossa rapakivi breksioi granodioriittia. 1132 11D, x = 6788,75, y = 1539,75.

7. Rauma, Sampaanalan kaupunginosa. Tieleikkauksissa on tyypillinen sillimaniitti-granaatti-kordieriittikiillegneissi, jolla on migmatiittinen suonigneissirakenne. Gneissin poimuttuminen näkyy hyvin pitkissä tieleikkauksissa. 1132 07D; x = 6778,06, y = 1527,25.

Summary:

PRE-QUATERNARY ROCKS OF THE RAUMA MAP-SHEET AREA

The Rauma map-sheet area lies at the western end of the Svecofennian schist belt on the southwest coast of Finland. It is part of the 1:400 000-scale Tampere map sheet of Pre-Quaternary rocks by Sederholm (1903, 1913). Since then, several maps have been published, for instance, those compiled in conjunction with studies on the rapakivigranites, diabases and trondhjemites in the area.

The Pre-Quaternary rocks of the Rauma area are mainly Proterozoic metasediments and plutonic rocks. Mica gneisses are the most abundant supracrustal rocks. Hornblende gneisses, amphibolites and uralite porphyrites occur as rare narrow zones. The supracrustal rocks are intruded by felsic plutonic rocks. Granitoids are ubiquitous in the map-sheet area, migmatizing other rocks and occurring in them as crosscutting dykes. Mafic plutonic rocks are encountered as individual xenoliths of various size. A major part of the map-sheet area is covered by the Eurajoki rapakivi granite stock and post-Jotnian olivine diabases. Several dense and narrow diabase dykes occur in the northern and central parts of the area.

Supracrustal rocks

All the mica gneisses in the Rauma area are migmatized to some extent. Primary sedimentary structures have not been preserved, and layering is the only feature clearly visible in subsheets 1132 07, 1132 08 and 1132 09. The quartz-feldspar-dominant, primarily sandy layers of the best-preserved mica gneisses can be readily distinguished from the biotite-dominant, primarily argillaceous strata.

Cordierite and garnet are common porphyroblasts, as in places is sillimanite. The mica gneiss contains 30 – 40 % neosome, which is either white or red and forms banded gneiss. The neosome is often granitic in composition. The mica gneiss contains random mafic fragments and xenoliths. The latter are either fine grained and schistose or coarse grained and homogeneous, ranging from one to hundreds of square metres in size. Amphibolitic and hornblende-rich interlayers or horizons are most abundant in the south of the map-sheet area. In general, the contacts of these horizons with mica gneisses are gradual.

Plutonic rocks

The majority of the plutonic rocks in the Rauma map-sheet area are reddish, massive granites and pegmatites, and grey, oriented granodiorites and tonalites.

According to the classification of White and Chappel (1983), the granites and less distinctly oriented pale granodiorite-tonalites are S-type granitoids. The more distinctly oriented and more mafic plutonic rocks are clearly of the I type.

The mafic xenoliths are predominantly gabbros in composition although hornblendites and diorites also occur. The xenoliths may be fragments of a larger intrusion, several of them existing close to one another, at least in the south of the area.

The southwestern part of the map-sheet area is composed mainly of felsic, grey plutonic rocks. The palest trondhjemitic rock occurs at the border between subsheets 1132 04 and 1132 07. The darkest, hornblende-bearing granodiorite and quartz diorite are in the areas of subsheets 1132 07 and 1132 10. Because the rock gets darker gradually the contacts between the rock types are gradual, too. All the above rocks are cut by coarse granites and pegmatites. Granite is most abundant in the southeast, but as a whole the area is very heterogeneous, and the granite contains numerous mica gneiss restites.

Rapakivi granites

A narrow strip of the Laitala rapakivi granite batholith occurs at the eastern margin of the map-sheet area. This outer margin of the batholith is of the normal Laitila type rock, and corresponds in texture to the pyterlite of the Vyborg massif. In mineral and chemical composition, however, it is closer to viborgite.

The Eurajoki stock

The circular Eurajoki stock is a satellite massif of the Laitila rapakivi granite batholith. About 8 km in diameter, the stock has sharp contacts with the country rock. The Tarkki granite is a reddish-grey, hornblende-bearing facies in the outer margin of the stock, and the Väkkärä granite is an equigranular younger facies in the middle of it. The other magma facies with different textures cover only a small area. The Tarkki granite is cut by pink and dark grey quartz-feldspar porphyry dykes. Typical of the whole stock are greisen dykes that have altered the wallrock granite metasomatically and contain rare minerals.

Hypabyssal rocks

Post-Jotnian diabases

Diabase intrusions are extensive medium-grained rocks with subophitic texture. They are platy formations showing horizontal and vertical contacts with migmatites and rapakivi granites. Owing to their intense magnetization the diabases are geophysically very different from the adjoining rocks.

Migmatitic gneisses often contain narrow diabase dykes with an average width of 20 cm. Although dense, some of these dykes have plagioclase phenocrysts and amygdales large enough to be seen with the naked eye.

Metamorphism and deformation

The rocks in the Rauma map-sheet area are of medium-grade metamorphism. Cordierite is a typical mineral of the migmatitic mica gneisses. In general, a well-balanced mineral assemblage contains plagioclase, quartz, biotite, cordierite and/or garnet and sillimanite.

East-west schistosity and extensive folding with a parallel axial plane are dominant in the Pre-Quaternary rocks. This major folding stage had several substages characterized by intense formation and subsequent folding of neosome.

Radiometric ages

The oldest Pre-Quaternary rocks in the Rauma area are supergene gneisses intruded by felsic plutonic rocks, although the contacts of the plutonic rocks with the gneisses are often conformable. The felsic plutonic rocks, granites excluded, intruded at an early stage of regional deformation, as shown by their parallel orientations. The tonalitic plutonic rocks have been dated to 1863 ± 7 Ma.

Mafic plutonic rocks occur as fragments and xenoliths in gneisses and felsic plutonic rocks. The granites crosscut or migmatize other rocks. Granite pegmatite dykes of various widths cut even the migmatitic gneisses.

The postorogenic Laitila rapakivi granite, which is clearly younger than the above rocks, is 1573 ± 8 Ma old. The rapakivi granite is intruded extensively by diabase 1258 ± 13 Ma old.

Petrophysical properties

Rock samples from the map-sheet area were measured for density, susceptibility and remanence at the Petrophysical Laboratory of the Geological Survey of Finland. The data were compared with the mean values measured for corresponding rocks from the whole of Finland. The densities of the Rauma rocks are slightly higher than or correspond to the means for Finland. The susceptibilities of all rocks, diabases excluded, are lower but the remanences higher than the means of the corresponding rocks in Finland.

Economic geology

The Rauma map-sheet area lacks economically viable mineralizations, and the ore minerals in the greisen dykes are of scientific interest only. Mafic xenoliths and diabaseintrusions with up to 10 % magnetite produce an aeromagnetic anomaly that is, however, without commercial importance.

Diabase has been exported as dimension stone and in Finland has been used for road construction and sauna stoves.

Rapakivi granite has been used for building, albeit only locally, or as aggregate.

VIITTEET — REFERENCES

Ahokas, Henry & Äikäs, Kari, 1991. Olkiluodon Ulkopään geologia ja hydrologia. Raportti YJT-91-05. Voimayhtiöiden ydinjätetoimikunta. 95 s. 11 liitettä.

Anttila, P. (toim.), Paulamäki, S., Lindberg, A., Paananen, M. Koistinen, T. , Front, K. & Pitkänen, P., 1992. The geology of the Olkiluoto area, summary report. Raportti YJT-92–28. Voimayhtiöiden ydinjätetoimikunta. 37 s. 10 liitettä.

Arth, J. G., Barker, F., Peterman, Z. E., Friedman, I. & Desborough, G. A., 1974. Geochemistry of the gabbro, diorite, tonalite, trondhjemite suite of the Kalanti area, southwest Finland. Abstracts with Programs. Geological Society of America 6 (7), 637 – 638. The Geological Society of America, 1974 Annual Meetings, Nov. 18–20, 1974, Miami Beach, Florida.

Arth, J. G., Barker, F., Peterman, Z. E. & Friedman, I., 1978. Geochemistry of the gabbro-diorite-tonalite-trondhjemite suite of southwest Finland and its implications for the origin of tonalitic and trondhjemitic magmas. Journal of Petrology 19 (2), 289 – 316.

Chappel, B. W. & White, A. J. R., 1974. Two contrasting granite types. Pacific Geology 8, 173 – 174.

Eskola, P., 1942. Rauman seudun geologinen kartoitus kesällä 1941. Dc N:o 9. Geologian tutkimuskeskus, arkisto. 7 s., 1 liitekartta.

Eskola, P., 1952. A discussion of domes and granites and ores. Suomen Geologisen Seuran Julkaisuja. XXV. Comptes Rendus de la Société Géologique de Finlande 25, 125 – 144.

Haapala, I., 1973. Havaintoja rapakivigraniittien tina- ja berylliumpitoisuuksista. Summary: Observations on the tin and beryllium contents of the rapakivi granites. Geologi 25 (6), 61 – 67. (Corrections in Geologi 25(7) s. 75, 1973.)

Haapala, I., 1974. Some petrological and geochemical characteristics of rapakivi granite varieties associated with greisen-type Sn, Be, and W mineralization in the Eurajoki and Kymi areas, southern Finland. Julkaisussa: Stemprok, M. (toim.) Metallization Associated with Acid Magmatism (MAWAM). Geological Survey. Prague IGCP. 59 – 169.

Haapala, I., 1977. Petrography and geochemistry of the Eurajoki stock, a rapakivi-granite complex with greisen-type mineralization in southwestern Finland. Geological Survey of Finland, Bulletin 286. 128 s. 1 liitekartta.

Haapala, I., 1978. Petrographic and geochemical characteristics of rapakivi granite varieties associated with greisen-type Sn, Be and W mineralizations in the Eurajoki and Kymi areas, southern Finland. Julkaisussa: Stemprok, M. & Burnol, L. & Tischendorf, G., (toim.) Metallization Associated with Acid Magmatism (MAWAM). Geological Survey. Prague. MAWAM symposium held in Karlovy Vary, Czechoslovakia, 1974. IGCP. 217 – 225

Haapala, I., 1986. The Eurajoki rapakivi granite stock and associated greisen-type mineralization. Julkaisussa: Gaál, G. (toim.) 17e Nordiska Geologmötet, Helsinki, 1986: Excursion guide, excursion C 3: Metallogeny and ore deposits of South Finland, Geologian tutkimuskeskus. Opas 16, 33–37.

Haapala, I., 1989. The Eurajoki stock. Julkaisussa: Ehlers, C. & Haapala, I. (toim.) Symposium Precambrian granitoids. Petrogenesis, geochemistry and metallogeny, August 14–17, 1989, Helsinki, Finland. Excursion A 1: Rapakivi granites and postorogenic granites of southwestern Finland. Geologian tutkimuskeskus, Opas 27, 35–38.

Haapala, I. & Kinnunen, K., 1979. Fluid inclusions in cassiterite and beryl in greisen veis in the Eurajoki stock, southwestern Finland. Economic Geology 74 (5), 1231 – 1238.

Haapala, I. & Ojanperä, P., 1969. Triplite and wolframite from a greisen-bordered veinlet in Eurajoki, SW Finland. Bulletin of the Geological Society of Finland 41, 99 – 105.

Haapala, I. & Ojanperä, P., 1972a. Genthelvite-bearing greisens in southern Finland. Geological Survey of Finland, Bulletin 259. 22 s.

Haapala, I. & Ojanperä, P., 1972b. Magnetite and ilmenite from some Finnish rocks. Bulletin of the Geological Society of Finland 44 (1), 13 – 20.

Hietanen, A., 1942. Kenttätyö Unajan-Kodisjoen, Lokalahden ja Mynämäen peruskallioalueilla kesällä 1942. Dc N:o 15. Geologian tutkimuskeskus, arkisto. 7 s.

Hietanen, A., 1943. Über das Grundgebirge des Kalantigebietes im südwestlichen Finnland. Bulletin de la Commission géologique de Finlande 130. 106 s.

Hinkkanen, H. & Öhberg, A., 1991. Kairaukset Eurajoen Olkiluodossa. Voimayhtiöiden ydinjätetoimikunta. Raportti YJT-91-07. Abstract: Drillings at Olkiluoto in Eurajoki.

Voimayhtiöiden ydinjätetoimikunta. 23 s. 51 liittettä.

Hämäläinen, A., 1985. Satakunnan jotunialueen geologisen karttakuvan historiallinen kehitys sekä uuteen tutkimusaineistoon perustuva kallioperäkarttaluonnos. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto. 104 s.

Hämäläinen, A., 1987. Satakunnan postjotuniset diabaasit. Abstract: The Postjotnian diabases of Satakunta. Julkaisussa: Aro, K. & Laitakari, I. (toim.). Suomen diabaasit ja muut mafiset juonikivilajit - Diabases and other mafic dyke rocks in Finland. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 76, 173–178.

Ikävalko, O. & Äikäs, K., 1991. VLJ-luolan rakennusgeologia. Raportti YJT-91-04. Abstract: Engineering geology of the VLJ repository. Voimayhtiöiden ydinjätetoimikunta. 64 s.

Ilveskivi, P. & Niini, H., 1985. Olkiluodon malmikriittisyys. Raportti YJT-85-04. Abstract: Ore potential of the Olkiluoto district. Voimayhtiöiden ydinjätetoimikunta. 86 s.

Irvine, T.N. & Baragar, R.A., 1971. A guide to the Chemical Classification of the Common Volcanic Rocks. Canadian Journal of Earth Sciences. 8, 523 – 548.

Jaffey, A.H., Flynn, K. F., Glendenin, L. E., Bentley, W.C. & Essling, A. M., 1971. Precision measurement of half-lives and specific activities of 235U and 238U. Phys. Rev. C 4, 1889–1906.

Kahma, A., 1951. On contact phenomena of the Satakunta diabase. Bulletin de la Commission géologique de Finlande 152. 84 s.

Laitakari, A., 1925. Über das jotnische Gebiet von Satakunta. Bulletin de la Commission géologique de Finlande 73. 1 – 43 (1 karte 1 : 400 000).

Laitakari, A. 1928 Palingenese am Kontakt des postjotnischen Olivindiabases. Fennia 50, no 35, 1 – 25.

Laitakari, A. 1931. Kaunista jaloa topasia on tavattu Suomesta, Eurajoelta, Väkkärän graniitista. Kultaseppien lehti 8, s. 153.

Lindberg, A. & Paananen, M. 1991. Eurajoen Olkiluodon kallionäytteiden petrografia, geokemia ja geofysiikka, kairanreiät KR1, KR2, KR3, KR4 ja KR5. TVO/ Paikkatutkimukset, Työraportti 90–10. 65 s. + 13 liitettä.

Lindroos, P., 1973. Rauma. Suomen geologinen kartta 1 : 100 000, maaperäkartta, lehti 1132. Geologian tutkimuskeskus.

Lindroos, P., Hyyppä, J., Sten, C-G. & Tuittila, H., 1983. Rauman - Kokemäen seudun maaperä. Summary: Quaternary deposits in the Rauma and Kokemäki map-sheet areas. Suomen geologinen kartta 1 : 100 000, maaperäkarttojen selitykset, lehdet 1132 ja 1134. Geologinen tutkimuslaitos. 71 s. .

Marmo, V., 1965. Virtain kartta-alueen kallioperä. Suomen geologinen kartta 1 : 100 000, kallioperäkartojen selitykset, lehti 2214. Geologinen tutkimuslaitos. 61 s.

Matisto, A., 1978. Huittisten kartta-alueen kallioperä. Suomen geologinen kartta 1 : 100 000, kallioperäkarttojen selitykset, lehti 2112. Geologinen tutkimuslaitos. 30 s.

Nesbitt, H. W. & Young, G. M., 1982. Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites. Nature 299, 715 – 717.

Neuvonen, K.J., 1965. Paleomagnetism of the dike systems in Finland, I. Remanent magnetization of Jotnian olivine dolerites in southwestern Finland. Comptes Rendus de la Société Géologique de Finlande 37, 153-168.

Pearce, J. A. & Cann, J. R., 1973. Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses. Earth and Planetary Science Letters 19, 290 – 300.

Pearce, T.H., Gorman, B.E. & Birkett, T.C. 1975. The TiO_2-K_2O-P_2O_5 diagram: a method of discriminating between oceanic and non-oceanic basalts. Earth and Planetary Science Letters 24, 419 – 426.

Pihlaja, P., 1987. Porin seudun subjotuniset diabaasit. Abstract: The Subjotnian diabases of the Pori region, southwestern Finland. Julkaisussa: Aro, K. & Laitakari, I. (toim.) Suomen diabaasit ja muut mafiset juonikivilajit - Diabases and other mafic dyke rocks in Finland. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 76, 133–150.

Puranen, R., Elo, S. & Airo, M-L., 1978. Geological and areal variation of rock densities, and their relation to some gravity anomalies in Finland. GeoSkrifter 10, 1978,123–164.

Saksa, P. (toim.), Ahokas, H., Paananen, M., Paulamäki, S., Anttila, P., Front, K., Pitkänen, P., Hassinen, P. & Ylinen, A. 1993. Bedrock model of the Olkiluoto area, summary report. Voimayhtiöiden ydinjätetoimikunta. Report YJT-93-15. 127 s. 17 liitettä.

Sederholm, J. J., 1892. Öfversiktskarta öfver bärggrunden i sydvästra Finland, 1 : 1 000 000.

Sederholm, J. J., 1903. Vuorilajikartta - Bergartskarta, B2, Tampere - Tammerfors. Suomen geologinen yleiskartta - Geologisk öfversiktskarta öfver Finland. 1 : 400 000.

Sederholm, J. J., 1913. Vuorilajikartan selitys, B2, Tampere. Suomen geologinen yleiskartta. 122 s.

Streckeisen, A., 1976. To each plutonic rock its proper name. Earth Science Reviews. International Magazine for Geo-Scientists. Vol. 12, 1 - 33.

Suominen, Veli, 1991 a. Postjotnian olivine diabases in Satakunta. Julkaisussa: Laitakari, I. (toim.) Fennoscandian Meeting and Excursion on Precambrian Dyke Swarms, June 10-15, 1991, Finland, IGCP-257 Technical Report 4. Incl. excursion sites. 15–18.

Suominen, V., 1991 b. Chronostratigraphy of southwestern Finland with reference to Postjotnian diabases. Geological Survey of Finland, Bulletin 356, 100 s., 5 liitettä.

Tikkanen, M., 1977. Etelä-Satakunnan kallioperästä. Terra 89, 80 – 86.

Tikkanen, M., 1981. Georelief, its origin and development in the coastal area between Pori and Uusikaupunki, southwestern Finland. Fennia 159(2), 253 – 333.

Thompson, J. B., 1957. The graphical analysis of mineral assemblages in pelitic schists. The American Mineralogist 42, 842 – 858.

Vaasjoki, M., 1977. Rapakivi granites and other postorogenic rocks in Finland: their age and the lead isotopic composition of certain associated mineralizations. Geological Survey of Finland, Bulletin 294, 64 s.

Vaasjoki, M. & Rämö, T.O. (tekeillä)

Vorma, A., 1976. On the petrochemistry of rapakivi granites with special reference to the Laitila massif, southwestern Finland. Geological Survey of Finland. Bulletin 285. 98 s. 4 liitettä, 1 liitekartta.

Vorma, A., 1986. Rapakivi granites. Julkaisussa: Laitala, M. (toim.) 17e Nordiska Geologmötet, 1986: Excursion guide, excursion A 1: Precambrian geology, southern Finland. Geologian tutkimuskeskus, Opas 14, 22–27.

White A. & Chappel, B., 1983. Granitoid types in the Lachlan Fold Belt. The Geological Society of America. Memoir 159, 21 – 74.

Winkler, H.G.F. 1979. Petrogenesis of metamorfic rocks, 5th ed. Berlin: Springer-Verlag. 348 s.

Liite 1 – Appendix 1

Taulukko 1. Kiillegneissien pistelaskumenetelmällä laskettuja modaalikoostumuksia.
Table 1. Modal compositions of mica gneisses as determined by point counting.

Näytenumero - Sample no.	1	2	3	4	5	6	7	8
Plagioklaasi — *Plagioclase*	32,6	24,1	28,4	33,8	10,5	24,6	32,3	44,9
An %	20	25	23		23	32	30	40
Kvartsi — *Quartz*	33,5	18,1	30,8	20,1	11,7	42,0	23,6	8,0
Biotiitti — *Biotite*	15,1	27,2	13,2	21,2	31,0	18,7	14,6	28,1
Kalimaasälpä — *Pot. feldspar*	0,6	10,1	21,6	2,9	20,4	6,8	11,9	
Kordieriitti — *Cordierite*	13,3	15,8	3,7	7,9	25,4	5,4	13,9	
Granaatti — *Garnet*	4,0	0,8			0,7	+		
Kloriitti — *Chlorite*			+	0,8	0,7	+		
Serisiitti — *Sericite*	0,4	1,2	0,8	7,1	+	+	2,0	
Sarvivälke — *Hornblende*								14,4
Aksessorit — *Accessories*	0,5	2,7	0,7	6,3	0,3	2,5	1,7	4,6
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

1. Kiillegneissi — *Mica gneiss* Rauma, Leppäkari 08 B; x = 6788,28; y = 1521,78
2. Kiillegneissi — *Mica gneiss* Eurajoki, Olkiluodon tie 08 D; x = 6789,94; y = 1529,40
3. Kiillegneissi — *Mica gneiss* Rauma, Karranmaa 08 D; x = 6788,22; y = 1527,82
4. Kiillegneissi — *Mica gneiss* Rauma, Nihattula 10 D; x = 6777,00; y = 1535,02
5. Kiillegneissi — *Mica gneiss* Rauma, Merirauma 08 C; x = 6782,50; y = 1526,50
6. Kiillegneissi — *Mica gneiss* Rauma, Vettenrauma 08 C; x = 6780,60; y = 1528,43
7. Kiillegneissi — *Mica gneiss* Rauma, Tokkola 10 D; x = 6779,10; y = 1535,54
8. Kiillegneissi — *Mica gneiss* Rauma, Nihattula 10 D; x = 6777,45; y = 1535,15

Taulukko 2. Uraliittiporfyriitin, sarvivälkegneissien ja amfiboliittien modaalisia koostumuksia.
Table 2. Modal compositions of uralite porphyrite, hornblende gneisses and amphibolites.

Näytenumero - Sample no.	9	10	11	12	13	14	15
Plagioklaasi — *Plagioclase*	47,4	28,2	41,5	26,5	38,8	31,8	21,4
An %	32	50	30	35	30	40	
Sarvivälke — *Hornblende*	19,2	61,2	34,8	2,6	50,5	24,2	70,1
Biotiitti — *Biotite*	19,1	3,7	14,4	51,1	2,6	25,0	
Kvartsi — *Quartz*	8,3	2,2	8,2	19,8	5,5	4,2	
Diopsidi — *Diopside*	1,7					13,9	
Opaakit — *Opaques*	1,5	0,1	0,1		1,0	0,9	0,4
Aksessorit — *Accessories*	2,8	4,6	1,0		1,6		5,8
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

9. Uraliittiporfyriitti — *Uralite porfyrite* Rauma, Pihlus 05 D; x = 6785,50; y = 1518,66
10. Sarvivälkegneissi — *Hornblende gneiss* Rauma, Rauhala 07 D; x = 6775,26; y = 1529,84
11. Sarvivälkegneissi — *Hornblende gneiss* Rauma, Unaja 07 C; x = 6773,35; y = 1528,13
12. Sarvivälkekiillegneissi — *Hornblende-mica gneiss* Rauma, Vasarainen 10 D; x = 6776,80; y = 1539,40
13. Sarvivälkegneissi — *Hornblende gneiss* Rauma, Vasarainen 10 B; x = 6775,57; y = 1532,95
14. Diopsidiamfiboliitti — *Diopside amphibolite* Rauma, Kaskinen 08 A; x = 6782,04; y = 1523,74
15. Amfiboliitti — *Amphibolite* Rauma, Meri-Pitkäjärvi 10 A; x = 6772,40; y = 1531,50

Liite 1 (jatk.) – Appendix 1 (contd.)

Taulukko 3. Gabrojen ja hornblendiittien modaaliset koostumukset.
Table 3. Modal compositions of gabbros and hornblendites.

Näytenumero - *Sample no.*	16	17	18	19	20	21
Plagioklaasi-*Plagioclase*	24,6	29,4	39,9	8,3	9,6	5,9
An%	50	50	50			
Sarvivälke-*Hornblende*	52,8	59,6	40,0	91,7	90,1	93,8
Biotiitti-*Biotite*	0,4	9,4	15,7			0,3
Kvartsi-*Quartz*	3,1	0,7	4,3		0,1	
Kloriitti-*Chlorite*	15,6					
Opaakit-*Opaques*	1,7	0,3				
Aksessorit-*Accessories*	1,8	0,6	0,1		0,2	
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

16. Gabro-*Gabbro* Eurajoki, Vantkuljunkallio 09 D; x = 6795,18; y = 1529,80
17. Gabro-*Gabbro* Rauma, Kauranen 08 A; x = 6781,50; y = 1524,70
18. Gabro-*Gabbro* Rauma, Ruuhiluoto 08 A; x = 6780,02; y = 1522,20
19. Hornblendiitti-*Hornblendite* Rauma, Puulunkulma 08 D; x = 6788,80; y = 1527,66
20. Hornblendiitti-*Hornblendite* Rauma, Kaukkallio 09 C; x = 6790,08; y = 1525,34
21. Hornblendiitti-*Hornblendite* Rauma, Keurunkarit 08 B; x = 6786,25; y = 1524,04

Taulukko 4. Granodioriittien, kvartsidioriittien ja tonaliittien modaaliset koostumukset.
Table 4. Modal compositions of granodiorites, quartz diorites and tonalites.

Näytenumero - Sample no.	22	23	24	25	26	27	28	29
Plagioklaasi — *Plagioclase*	45,5	50,5	46,2	59,2	61,8	43,9	41,9	38,3
An %	23	22	23	22	25	25	20	40
Kalimaasälpä — *Pot. feldspar*	11,3	11,6	6,5			8,4		0,1
Kvartsi — *Quartz*	38,9	22,5	18,1	28,6	8,9	14,4	5,6	22,2
Biotiitti — *Biotite*	4,3	11,9	25,9	12,2	14,0	16,1	22,0	26,5
Sarvivälke — *Hornblende*					14,7	15,7	20,2	11,5
Kloriitti — *Chlorite*		0,3	1,1			0,6	2,4	0,2
Apatiitti — *Apatite*		0,5	1,7			0,1	3,1	
Opaakit — *Opaques*					0,6	0,3	2,2	0,1
Aksessorit — *Accessories*		2,7	0,5			0,5	2,6	1,1
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

22. Granodioriitti — *Granodiorite* Rauma, Santakari 04 D; x = 6777,80; y = 1515,40
23. Granodioriitti — *Granodiorite* Rauma, Tuomonniemi 08 C; x = 6782,50; y = 1525,88
24. Granodioriitti — *Granodiorite* Rauma, Rokinnokka 08 C; x = 6783,60; y = 1524,38
25. Tonaliitti — *Tonalite* Rauma, Ruohola 11 A; x = 6782,05; y = 1533,60
26. Kvartsidioriitti — *Quartz diorite* Rauma, Unaja 07 C; x = 6773,35; y = 1528,13
27. Granodioriitti — *Granodiorite* Rauma, Voiluoto 07 C; x = 6772,14; y = 1525,69
28. Tonaliitti — *Tonalite* Rauma, Humarovuori 10 B; x = 6777,90; y = 1532,70
29. Tonaliitti — *Tonalite* Rauma, Niemenmaantie 10 A; x = 6772,90; y = 1531,45

Liite 1 (jatk.) – Appendix 1 (contd.)

Taulukko 5. Kvartsidioriittien, melatonaliittien ja tonaliittien modaalisia koostumuksia.
Table 5. Modal compositions of quartz diorite, melatonalite and tonalite.

Näytenumero - Sample no.	30	31	32	33	34	35	36	37
Plagioklaasi — *Plagioclase*	36,2	40,2	34,0	34,9	46,9	41,8	40,4	47,9
An %	32	37	30	38	30	35	25	28
Kalimaasälpä — *Pot. feldspar*	0,3		0,2		0,2		1,6	0,1
Kvartsi — *Quartz*	19,5	9,6	7,5	6,4	35,3	18,0	18,5	33,5
Biotiitti — *Biotite*	37,2	23,8	33,4	22,0	17,2	17,5	22,6	15,1
Sarvivälke — *Hornblende*		19,1	16,8	27,8		19,7	14,1	
Kloriitti — *Chlorite*	0,6	1,9	0,6		+	0,1	0,1	0,8
Apatiitti — *Apatite*	3,0	1,2	3,2	4,1	0,4	1,4	0,6	0,3
Opaakit — *Opaques*	2,7	1,0	2,9	4,0		0,2	0,1	0,1
Aksessorit — *Accessories*	0,5	3,2	1,4	0,8		1,3	2,0	2,2
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

30. Melatonaliitti — *Melatonalite* Rauma, Suutarkari 08 A; x = 6782,40; y = 1524,08
31. Kvartsidioriitti — *Quartz diorite* Rauma, Lippo 09 A; x = 6791,20; y = 1522,30
32. Kvartsidioriitti — *Quartz diorite* Rauma, Karranmaa 08 D; x = 6788,12; y = 1527,96
33. Kvartsidioriitti — *Quartz diorite* Rauma, Vasarakari 08 A; x = 6783,36; y = 1523,36
34. Tonaliitti —*Tonalite* Rauma, Kaskinen 08 A; x = 6782,04; y = 1523,74
35. Melatonaliitti — *Melatonalite* Rauma, Hollmingin telakka 08 A ; x = 6780,70; y = 1523,70
36. Tonaliitti — *Tonalite* Rauma, Meri-Pitkäjärvi 10 A; x = 6772,76; y = 1530,75
37. Tonaliitti — *Tonalite* Lappi, TL, Kullanperä 10 D; x = 6778,24; y = 1539,84

Liite 1 (jatk.) – Appendix 1 (contd.)

Taulukko 6. Graniittien modaalikoostumuksia.
Table 6. Modal compositios of granites.

Näytenumero - Sample no.	38	39	40	41	42	43	44	45
Kalimaasälpä — *Pot. feldspar*	36,8	39,4	39,8	41,1	32,6	31,7	29,3	22,0
Plagioklaasi — *Plagioclase*	31,8	21,8	22,8	18,6	29,1	32,7	33,5	40,2
An %	20	20	25	20	32	25	15	30
Kvartsi — *Quartz*	28,2	31,9	25,5	30,8	28,9	30,0	30,9	31,7
Biotiitti — *Biotite*	2,2	6,2	8,9	4,2	6,9	5,0	6,2	6,0
Kloriitti — *Chlorite*	0,4	0,4	0,6	3,0		+		0,1
Muskoviitti — *Muscovite*	0,6	0,2	1,7	0,2	2,1	0,6		
Aksessorit — *Accessories*		0,1	0,7	2,7	0,4		0,1	
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

38. Graniitti — *Granite* Rauma, Helavallikallio 11 C; x = 6782,05; y = 1538,25
39. Graniitti — *Granite* Rauma, Lamminkulma 10 C; x = 6774,00; y = 1539,40
40. Graniitti — *Granite* Rauma, Lamminkulma 10 C; x = 6773,30; y = 1539,70
41. Graniitti — *Granite* Rauma, Mustankansanketo 11 C; x = 6781,45; y = 1535,60
42. Graniitti — *Granite* Rauma, Kydönkallio 09 D; x = 6795,66; y = 1528,32
43. Graniitti — *Granite* Rauma, Puskakari 09 A; x = 6792,50; y = 1520,50
44. Graniitti — *Granite* Rauma, Kalla 06 D; x = 6795,40; y = 1519,40
45. Graniitti — *Granite* Rauma, Iso Pyrekari 09 B; x = 6796,30; y = 1527,00
46. Graniittipegmatiitti - *Granite pegmatite* Rauma, Alho 10 C; x = 6770,74; y = 1536,12
vain kemiallinen koostumus liitteessä 2 - *chemical composition in Appendix 2.*

Taulukko 7. Diabaasien modaalisia koostumuksia.
Table 7. Modal compositions of diabases.

Näytenumero - Sample no.	47	48	49	50	51	52	53	54
Plagioklaasi — *Plagioclase*	60,7	60,1	61,8	63	59,6	64,1	60,9	40,2
An %	50	55	50	56	57		53	53
Augiitti — *Augite*	14,3	15,5	7,0	8,4	24,0	31,6	13,6	40,4
Oliviini — *Olivine*	14,2	16,1	17,6	20,6	11,8	0,7	9,8	7,6
Epidootti — *Epidote*					+	+		
Biotiitti — *Biotite*	3,4	3,0	6,5	+	0,1	0,5		1,5
Opaakit — *Opaques*	4,8	2,9	2,5	7,3	4,8	2,7	11,0	9,1
Aksessorit — *Accessories*	2,6	2,4	0,4	0,7	0,5	0,4	4,7	1,2
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

47. Diabaasi — *Diabase* Rauma, Uotila 11 A; x = 6781,46; y = 1532,20
48. Diabaasi — *Diabase* Rauma, Uola 11 B; x = 6785,58; y = 1530,98
49. Diabaasi — *Diabase* Eurajoki, Hankkilan louhos 11 B; x = 6787,60; y = 1532,60
50. Diabaasi — *Diabase* Rauma, Uotila 11 A; x = 6782,20; y = 1532,30
51. Diabaasi — *Diabase* Eurajoki, Kiimaperkko 12 B; x = 6797,24; y = 1533,24
52. Diabaasi — *Diabase* Eurajoki, Levonkallio 12 D; x = 6797,64; y = 1535,66
53. Diabaasi — *Diabase* Eurajoki, Hankkilan louhos 11 B; x = 6787,78; y = 1532,28
54. Diabaasi — *Diabase* Eurajoki, Hankkilan louhos 11 B; x = 6787,78; y = 1532,28
55. Diabaasijuoni - *Diabase dyke* Rauma, Lippo 09 A; x = 6790,20; y = 1522,20
56. Diabaasijuoni - *Diabase dyke* Rauma, Kuuskajaskari 05 C; x = 6781,00; y = 1519,80

Liite 2 – Appendix 2

Taulukko 1. Kemialliset kokokivianalyysit röntgenfluoresenssi menetelmällä. Analyysinumero vastaa liitteen 1 taulukoiden mineraalikoostumusanalyysien numerointia.

Table 1. Chemical whole-rock analyses by XRF. The analysis number refers to the numbers of mineral composition analyses in tables of Appendix 1.

Anal. no	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
%								
SiO2	74.97	58.99	53.46	60.76	54.00	73.69	62.66	51.13
TiO2	0.41	0.92	1.02	0.90	0.85	0.58	0.82	1.46
Al2O3	12.53	18.22	18.97	18.30	19.91	11.68	18.00	16.76
Fe2O3	3.41	7.94	10.80	7.53	8.35	5.51	8.27	9.71
MnO	0.052	0.038	0.062	0.029	0.045	0.059	0.04	0.139
MgO	1.24	3.16	4.87	3.24	3.60	1.80	3.14	3.77
CaO	1.60	1.01	1.00	0.77	0.44	1.09	0.34	6.08
Na2O	3.66	2.24	1.79	1.77	1.48	2.40	1.07	3.47
K2O	1.81	4.02	3.83	3.30	6.00	2.05	4.55	2.77
P2O5	0.10	0.08	0.04	0.06	0.05	0.07	0.08	1.43
S	0.02	0.08	0.06	0.05	0.02	0.05	0.01	0.22
total	99.80	96.69	95.91	96.71	94.74	98.98	98.97	96.93
ppm:								
Cl	55	33	53	35	344	74	100	149
V	60	201	191	202	184	109	190	157
Cr	78	162	194	182	168	153	153	45
Ni	32	79	93	82	73	56	75	29
Cu	3	21	13	10	18	16	0.0	30
Zn	70	176	229	202	184	116	197	159
Ga	21	26	35	34	35	17	31	29
As	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3	0.0	0.0
Rb	98	208	235	203	274	111	179	126
Sr	177	214	136	126	193	128	110	1791
Y	18	31	31	24	25	25	30	37
Zr	184	217	178	218	194	208	188	492
Nb	11	16	23	18	16	13	17	20
Mo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sn	1	6	6	2	0.0	0.0	3	3
Sb	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ba	135	642	201	393	621	169	679	1192
La	36	49	48	40	52	43	53	123
Ce	50	94	99	71	93	59	82	240
Pb	29	33	27	29	36	24	32	27
Bi	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1	1
Th	8	13	14	9	15	6	15	2
U	0.0	3	4	3	4	2	5	5

Liite 2 (jatk.) – Appendix 2 (contd.)

Anal. no	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
%								
SiO2	49.89	48.21	53.77	51.23	49.79	50.58	47.86	46.77
TiO2	2.06	1.10	1.05	1.27	1.46	1.19	1.05	1.18
Al2O3	15.66	13.19	14.77	14.00	15.77	14.86	10.52	13.95
Fe2O3	11.84	11.40	9.83	12.60	11.27	10.78	12.78	12.90
MnO	0.166	0.201	0.161	0.128	0.161	0.167	0.206	0.183
MgO	5.58	8.51	5.58	6.64	5.54	6.42	10.89	7.95
CaO	7.16	8.93	7.05	4.26	8.90	7.24	9.34	9.04
Na2O	0.97	1.92	3.17	1.99	2.87	3.24	1.01	1.08
K2O	2.03	1.77	1.69	3.87	1.09	2.22	1.23	1.60
P2O5	0.71	0.19	0.28	0.21	0.29	0.32	0.13	0.25
S	0.21	0.01	0.03	0.02	0.01	0.28	0.00	0.30
total	96.28	95.42	97.38	96.21	97.15	97.30	95.02	95.20
ppm:								
Cl	171	60	145	1636	215	145	51	26
V	293	273	240	288	309	230	355	353
Cr	53	399	150	356	119	469	587	379
Ni	32	76	36	75	30	106	125	43
Cu	23	0.0	33	8	7	132	0.0	141
Zn	126	123	116	303	74	118	167	95
Ga	25	20	21	32	27	24	22	23
As	0.0	1	0.0	0.0	0.0	4	0.0	2
Rb	74	81	90	298	34	63	91	75
Sr	1084	467	429	203	488	561	211	490
Y	28	21	24	25	24	22	23	24
Zr	200	92	133	115	138	142	71	86
Nb	20	7	12	23	9	8	6	8
Mo	0.0	0.0	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sn	4	5	5	6	0.0	1	0.0	2
Sb	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ba	708	524	369	171	379	571	120	427
La	52	22	26	23	20	23	22	11
Ce	121	37	49	32	51	35	34	26
Pb	24	22	21	19	13	28	19	24
Bi	0.0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3
Th	5	2	4	3	1	0.0	1	0.0
U	1	2	3	2	3	0.0	2	1

Liite 2 (jatk.) – Appendix 2 (contd.)

Anal. no	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.
%								
SiO2	48.80	51.43	48.08	49.14	43.80	73.55	69.87	62.15
TiO2	0.75	0.78	0.71	0.67	0.86	0.12	0.44	0.96
Al2O3	12.35	15.64	7.45	8.85	10.15	14.49	15.72	16.95
Fe2O3	9.86	9.71	10.90	12.26	9.04	1.32	2.63	5.87
MnO	0.146	0.128	0.182	0.202	0.137	0.016	0.031	0.04
MgO	11.29	6.07	14.36	12.45	13.59	0.30	0.82	1.93
CaO	8.87	8.47	10.52	11.18	12.42	1.10	1.92	2.57
Na2O	1.47	1.83	0.51	0.56	0.76	4.37	4.36	4.11
K2O	1.24	1.14	0.66	0.42	1.30	4.40	3.71	3.67
P2O5	0.39	0.32	0.10	0.14	1.49	0.12	0.17	0.65
S	0.10	0.03	0.01	0.05	0.01	0.00	0.00	0.08
total	95.26	95.55	93.48	95.92	93.56	99.79	99.67	98.97
ppm:								
Cl	367	48	30	74	49	110	329	612
V	211	241	258	363	243	9	41	97
Cr	663	57	1215	585	795	11	23	52
Ni	130	39	205	106	278	8	11	20
Cu	27	14	5	42	0.0	0.0	0.0	17
Zn	149	93	136	114	101	55	71	143
Ga	22	16	14	16	14	20	29	33
As	0.0	0.0	0.0	0.0	1	0.0	0.0	0.0
Rb	56	45	31	13	54	142	118	206
Sr	573	505	87	270	1274	206	653	565
Y	17	15	16	17	22	11	6	58
Zr	80	100	46	52	136	90	199	415
Nb	6	8	4	3	10	11	5	29
Mo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sn	0.0	0.0	7	2	14	2	0.0	2
Sb	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ba	198	197	83	83	632	321	849	465
La	32	28	22	24	84	48	28	98
Ce	80	62	20	20	228	52	19	205
Pb	19	23	23	23	20	68	25	38
Bi	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Th	5	5	2	0.0	5	15	1	15
U	3	1	1	3	3	4	0.0	12

Liite 2 (jatk.) – Appendix 2 (contd.)

Anal. no %	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.	32.
SiO2	68.26	58.13	59.42	50.32	58.58	53.61	52.84	48.16
TiO2	0.33	1.07	0.82	2.07	0.87	2.86	0.67	2.37
Al2O3	17.41	17.13	15.56	15.32	15.54	15.24	15.19	15.59
Fe2O3	2.25	7.63	6.40	10.43	6.73	9.52	8.93	11.16
MnO	0.019	0.116	0.089	0.113	0.086	0.083	0.129	0.139
MgO	0.86	2.73	4.23	4.76	4.90	3.75	7.10	4.69
CaO	2.52	5.98	4.73	6.56	5.09	4.47	4.94	6.82
Na2O	5.34	3.80	3.87	3.59	2.79	1.89	3.25	3.28
K2O	2.59	1.95	3.18	2.15	2.64	3.82	2.12	2.99
P2O5	0.08	0.42	0.50	1.56	0.54	1.57	0.47	1.94
S	0.03	0.07	0.07	0.23	0.02	0.06	0.42	0.40
total	99.70	99.02	98.86	97.10	97.78	96.87	96.05	97.54
ppm:								
Cl	90	107	99	108	74	740	236	353
V	35	154	133	211	132	223	98	218
Cr	31	53	208	125	250	33	414	68
Ni	15	23	68	80	79	29	192	58
Cu	0.0	64	30	53	32	39	179	30
Zn	66	89	99	150	117	154	138	169
Ga	28	27	24	29	20	28	22	28
As	0.0	0.0	1	1	0.0	1	1	0.0
Rb	91	106	107	49	115	236	59	78
Sr	485	537	1024	1611	1081	691	1023	1876
Y	9	30	22	20	20	35	17	36
Zr	170	255	219	224	217	270	282	396
Nb	10	15	20	19	17	35	17	36
Mo	0.0	3	1	0.0	0.0	0.0	1	1
Sn	1	4	2	1	0.0	4	5	7
Sb	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ba	321	633	550	614	608	540	635	1304
La	23	37	60	64	48	70	55	107
Ce	28	68	120	140	98	160	118	252
Pb	38	25	29	25	33	24	30	31
Bi	0.0	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Th	5	8	11	3	8	7	5	5
U	0.0	5	3	1	2	2	1	4

Liite 2 (jatk.) – Appendix 2 (contd.)

Anal. no	38.	39.	40.	41.	42.	43.	44.	45.
%								
SiO2	72.19	72.65	70.77	72.93	71.06	73.89	74.14	73.91
TiO2	0.10	0.19	0.37	0.20	0.20	0.19	0.17	0.19
Al2O3	14.94	14.17	15.10	14.00	14.86	14.28	14.02	13.93
Fe2O3	0.84	1.40	2.44	1.52	1.55	1.43	1.30	1.52
MnO	0.012	0.017	0.025	0.012	0.02	0.024	0.021	0.015
MgO	0.38	0.37	0.73	0.57	0.47	0.40	0.33	0.44
CaO	0.60	0.59	1.68	0.39	0.85	0.78	0.71	1.17
Na2O	3.00	2.50	3.25	2.29	3.02	3.60	3.39	3.88
K2O	7.51	7.78	5.22	7.60	6.46	5.06	5.54	4.17
P2O5	0.13	0.08	0.11	0.15	0.33	0.14	0.15	0.09
S	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
total	99.70	99.69	99.69	99.67	98.82	99.79	99.77	99.32
ppm:								
Cl	61	336	356	65	22	81	53	50
V	15	20	38	19	14	21	16	20
Cr	15	27	30	14	22	19	15	16
Ni	16	12	11	6	12	7	6	5
Cu	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Zn	23	55	80	54	51	69	47	52
Ga	21	23	23	19	18	26	20	20
As	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Rb	184	249	154	208	172	197	197	147
Sr	525	191	480	354	170	134	188	190
Y	9	27	15	14	20	16	13	18
Zr	63	134	213	264	174	130	149	165
Nb	4	8	12	6	8	16	8	12
Mo	0.0	0.0	4	0.0	2	0.0	1	1
Sn	0.0	0.0	3	0.0	0.0	0.0	1	1
Sb	4	0.0	2	1	3	0.0	9	0.0
Ba	1030	444	733	881	524	358	460	373
La	28	62	35	54	36	38	49	43
Ce	33	81	59	83	35	56	54	48
Pb	59	77	51	60	55	40	44	50
Bi	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Th	9	19	10	25	5	17	20	21
U	0.0	0.0	0.0	2	1	1	0.0	2

Liite 2 (jatk.) – Appendix 2 (contd.)

Anal. no	46.	47.	48.	49.	55.	56.
%						
SiO2	74.37	45.87	46.04	46.06	45.48	53.44
TiO2	0.09	2.22	1.52	1.98	3.64	2.57
Al2O3	14.37	17.56	19.11	17.81	13.20	12.80
Fe2O3	0.61	14.26	12.75	14.32	16.19	13.78
MnO	0,011	0,184	0,166	0,184	0,2	0,185
MgO	0.20	5.60	6.54	5.95	4.55	2.41
CaO	1.06	8.42	8.60	8.27	6.71	6.03
Na2O	3.46	3.24	3.11	3.19	2.01	2.10
K2O	5.43	1.20	0.82	1.13	1.46	1.65
P2O5	0.13	0.42	0.32	0.41	1.03	0.67
S	0.00	0.09	0.06	0.08	0.18	0.10
total	99.73	99.06	99.04	99.38	94.65	95.74
ppm:						
Cl	82	102	102	102	81	59
V	12	284	171	252	255	254
Cr	15	54	47	61	52	24
Ni	2	84	114	91	30	11
Cu	0.0	53	35	53	26	32
Zn	29	123	101	118	104	208
Ga	15	26	24	20	22	28
As	0.0	0.0	0.0	1	0.0	0.0
Rb	128	23	15	17	76	24
Sr	497	460	494	460	290	280
Y	7	27	20	28	64	56
Zr	31	144	106	140	449	243
Nb	4	7	5	8	20	10
Mo	3	2	0.0	0.0	1	0.0
Sn	0.0	4	8	1	5	7
Sb	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ba	596	505	388	497	644	741
La	10	16	25	18	63	37
Ce	0.0	40	35	39	126	88
Pb	46	14	19	17	29	32
Bi	0.0	0.0	0.0	0.0	2	0.0
Th	0.0	3	1	0.0	0.0	2
U	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0

Liite 3 – Appendix 3

Näytteen A271 Lähteenmäki, Rauma U-Pb-analyysitulokset sekä niistä lasketut isotooppisuhteet ja radiometriset iät.
U-Pb analytical data, isotopic ratios and radiometric ages.
Hajoamisvakiot - *decay constants*; Jaffey et al. (1971).

Näyte *Sample* no.	Fraktio *Fraction*[1] d=g/cm³ ø=raekoko - *grain size, µm*	Pitoisuus *Concentration* µg/g ^{238}U	^{206}Pb *radiog.*	$^{206}Pb/^{204}Pb$ mitattu *measured*	Lyijyn isotooppisuhteet *Isotopic composition of lead* ^{206}Pb = 100 204	207	208	Atomisuhteet ja radiometriset iät *Atom ratios and radiometric ages*, Ma $^{206}Pb/^{238}U$	$^{207}Pb/^{235}U$	$^{207}Pb/^{206}Pb$
A271A	4.2<d<4.6 ø>110;abr 3h lyhyet kiteet - *short crystals*	445.9	123.01	1538	.06338	12.169	9.951	.3188 ± 17 1784	4.972 ± 28 1814	.11310 ± 10 1850
B	4.2<d<4.6 ø>110;abr 3h pitkät kiteet - *long crystals*	399.3	111.15	10318,.	007613	11.415	12.823	.3217 ± 17 1798	5.017 ± 27 1822	.11312 ± 7 1850
C	4.0<d<4.2 ø >110;abr lyhyet - *short*	749.4	190.40	2887	.03177	11.642	6.282	.2936 ± 16 1659	4.539 ± 26 1738	.11211 ± 10 1834
D	4.0<d<4.2 pitkät - *long; abr*	661.2	171.62	4117	.01923	11.429	8.942	.3000 ± 17 1691	4.619 ± 28 1752	.11168 ± 18 1827
E	monatsiitti - *monazite*	3210	870.03	34024	.002222	11.117	245.52	.3133 ± 17 1756	4.788 ± 26 1782	.11087 ± 5 1813
E2	monatsiitti - *monazite*	3088	855.12	16036	.005606	11.153	236.27	.3201 ± 19 1790	4.889 ± 30 1800	.11077 ± 11 1812
F	4.2<d<4.3 ø>110;abr 3h pitkät - *long*	560.6	148.66	6823	.01407	11.419	9.753	.3065 ± 18 1723	4.745 ± 28 1775	.11229 ± 9 1836
G	4.2<d<4.3 ø>110;abr 3h lyhyet - *short*	602.6	160.79	2858	.03374	11.697	7.223	.3084 ± 17 1732	4.778 ± 27 1781	.11239 ± 6 1838

[1] Zirkonia, ellei toisin mainita - *all fractions are zircon unless otherwise indicated*
abr = rakeiden pinnat hoettu paineilmalla - *grains air abraded*
A271 on tonaliittinen gneissi (juovagranodioriitti) - *tonalitic gneiss*

Julkaistut kallioperäkartat (1 : 100 000) ja selitykset (*), Tilapäiskartta [ ]

Published maps of Pre- Quaternary rocks (1 : 100 000) and explanations (*) , Temporary map [ ]

1.4.1997

* 0034+0043 Signilskär, 1978.
1011 Lågskär, 1978.
* 1012 Mariehamn, 1979.
1013 Kökär, 1981.
1014 Föglö, 1980.
* 1021 Geta, 1978.
1022+1024 Hullberga, 1992.
* 1023 Kumlinge, 1978.
1031 Utö, 1983.
1032 Korppoo, 1987.
* 1033 Nötö, 1954.
* 1034 Nagu, 1973.
1041 Iniö, 1986.
1042 Vehmaa, 1992.
1043 Turku, 1994.
1131 Uusikaupunki, 1994.
* 1132 Rauma, 1993.
1133 Yläne, 1994.
1134 Kokemäki, 1994.
1141 Luvia, 1994.
1143 Pori, 1994.
* 1242 Korsnäs, 1960.
1343 Vexala, 1981.
* 1823 Kilpisjärvi, 1994.
1832 Ropi, 1988.
* 1841 Halti, 1994.
2011 Hanko, 1970.
2012 Perniö, 1955.
2013 Jussarö, 1973.
[* 2014 Tammisaari, 1991.]
* 2021 Salo, 1955.
* 2022 Marttila, 1957.
* 2023 Suomusjärvi, 1955.
* 2024 Somero, 1955.
2031 Mäkiluoto, 1992.
* 2032 Siuntio, 1960.
* 2034 Helsinki, 1967.
2041 Lohja, 1994.
* 2042 Karkkila, 1953.
* 2043 Kerava, 1969.
* 2044 Riihimäki, 1956.
* 2111 Loimaa, 1953.
* 2112 Huittinen, 1976.
* 2113 Forssa, 1954.
* 2114 Toijala, 1973.
* 2121 Vammala, 1967.
* 2122 Ikaalinen, 1952.
2122 Ikaalinen, 1993.
* 2123 Tampere, 1961.
* 2124 Viljakkala-Teisko, 1953.
* 2131 Hämeenlinna, 1949.
* 2132 Valkeakoski, 1970.
* 2133 Kärkölä, 1961.
* 2134 Lammi, 1964.
* 2141 Kangasala, 1964.
2142 Orivesi, 1986.
2143 Padasjoki, 1971.
2144 Kaipola, 1973.
* 2213 Kuru, 1960.
* 2214 Virrat, 1965.
2221 Jalasjärvi, 1990.
2222 Seinäjoki, 1962.
* 2222 Seinäjoki, 1991.
* 2223 Alavus, 1970.
* 2224 Kuortane, 1971.
* 2231 Mänttä, 1976.
* 2232 Keuruu, 1963.
* 2241 Ähtäri, 1970.
2313 Alajärvi, 1979.
2314 Evijärvi, 1992.
2321 Pietarsaari, 1981.
2322 Kokkola, 1980.
2323 Kaustinen, 1971.
* 2324 Kannus, 1961.
2332 Perho, 1976.
* 2334 Kinnula, 1962.
* 2341 Lestijärvi, 1964.
* 2342 Sievi, 1962.
* 2343 Reisjärvi, 1963.
* 2344 Nivala, 1962.
* 2413 Kalajoki, 1955.
* 2431 Ylivieska, 1955.
* 2432+2414 Pyhäjoki, 1957.
* 2433 Haapavesi, 1958.
* 2434 Vihanti, 1958.
* 2441 Raahe, 1959.
* 2443 Paavola, 1959.
* 2533 Haukipudas, 1986.
* 2541 Kemi, 1971.
* 2542+2524 Karunki, 1972.
* 2543 Şimo, 1975.
* 2544 Runkaus, 1971.
2713 Kolari, 1984.
2714 Kihlanki, 1981.
* 2723 Muonio, 1980.
2731 Kurtakko, 1992.
2732 Kittilä, 1984.
* 3012 Pellinki, 1965.
* 3021 Porvoo, 1964.
* 3022 Lapinjärvi, 1962.
* 3023+3014 Kotka, 1970.
* 3024 Karhula, 1965.
* 3041+3043 Haapasaari, 1972.
* 3042 Hamina, 1973.
* 3044 Vaalimaa, 1979.
* 3111 Lahti, 1964.
* 3112 Heinola, 1970.
* 3113 Kouvola, 1963.
* 3114 Vuohijärvi, 1969.
* 3121 Sysmä, 1977.
* 3122 Joutsa, 1982.
* 3123 Mäntyharju, 1978.
3124 Hirvensalmi, 1988.
* 3131 Luumäki, 1975.
* 3132 Savitaipale, 1965.
* 3133 Ylämaa, 1979.
* 3134 Lappeenranta, 1964.
* 3141 Ristiina, 1990.
* 3142 Mikkeli, 1980.
* 3144 Sulkava, 1966.
3224 Karttula, 1991.
3231 Haukivuori, 1984.
3232 Pieksämäki, 1971.
3233 Rantasalmi, 1973.
* 3234 Varkaus, 1980.
* 3311 Viitasaari, 1966.
* 3312 Pihtipudas, 1969.
* 3313 Vesanto, 1985.
* 3314 Pielavesi, 1977.
* 3321 Pyhäjärvi, 1992.
3322 Kärsämäki, 1992.
* 3323 Kiuruvesi, 1977.
* 3332 Lapinlahti, 1987.
* 3334 Nilsiä, 1980.
* 3341 Iisalmi, 1990.
* 3422 Oulujoki, 1983.
3423 Utajärvi, 1994.
3424 Sanginkylä, 1992.
3433 Sotkamo, 1981.
3434 Paltamo, 1993.
3442 Puolanka, 1990.
3443 Hyrynsalmi, 1989.
* 3511 Kiiminki, 1984.
3531 Jonku, 1977.
3541 Rytinki, 1979.
3543 Loukusa, 1980.
* 3612 Rovaniemi, 1996.
3642 Pelkosenniemi, 1979.
* 3643 Kursu, 1967.
3644 Vuotostunturi, 1983.
* 3713 Sodankylä, 1979.
* 3714 Sattanen, 1980.
3723 Peurasuvanto, 1993.
3733+4711 Savukoski, 1986.
* 3943+4912+4914 Näätämö, 1994.
* 4112+4111 Imatra, 1966.
* 4121 Virmutjoki, 1987.
4122 Lohilahti, 1992.
* 4123+4114 Parikkala, 1982.
* 4124+4124 Punkaharju, 1980.
* 4213 Kerimäki, 1975.
* 4214 Räkkylä, 1985.
* 4221 Heinävesi, 1993.
* 4222 Outokumpu, 1971.
4223 Joensuu, 1985.
* 4224 Kontiolahti, 1971.
* 4231 Kitee, 1973.
* 4232+4234 Tohmajärvi, 1967.
* 4241 Kiihtelysvaara, 1971.
4242 Eno, 1983.
* 4243 Oskajärvi, 1983.
4244+5222 Ilomantsi, 1973.
* 4311 Sivakkavaara, 1971.
4322 Puukari, 1993.
* 4411 Ontojoki, 1976.
* 4412 Hiisijärvi, 1973.
* 4413 Kuhmo, 1978.
4414+4432 Lentiira, 1993.
* 4421 Moisiovaara, 1986.
* 4423+4441 Ala-vuokki, 1987.
4522 Vasaraperä, 1989.
* 4524+4542 Kuusamo, 1973.
* 4613 Rukatunturi, 1982.
* 4621+4623 Salla, 1967.

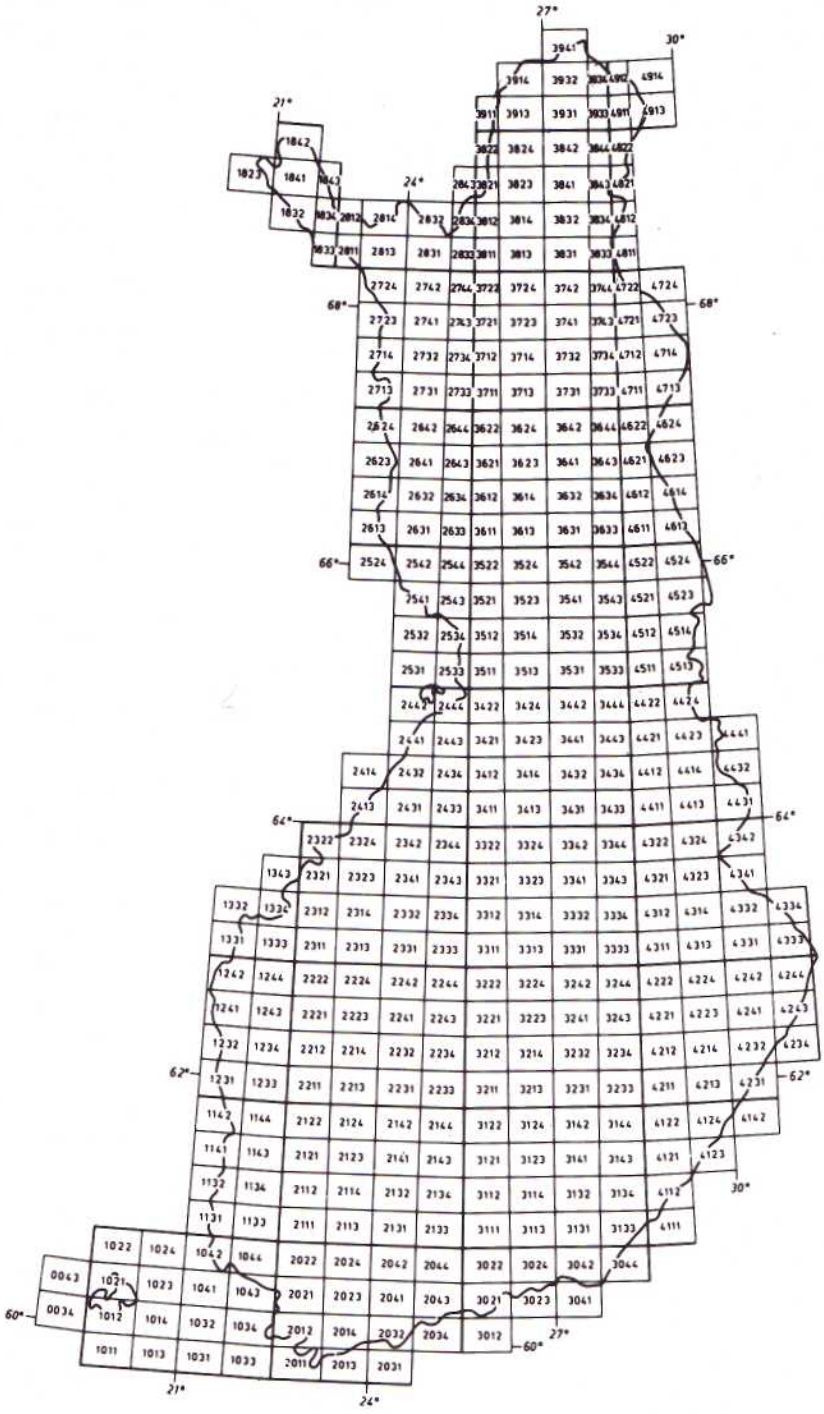
Karttoja ja karttaselityksiä myy:

Geologian tutkimuskeskus (GTK)
Julkaisumyynti
PL 96
02151 Espoo
Puh. 0205 50 11

The maps and explanations may be purchased at:

Geological Survey of Finland
Publication sales
P.O. Box 96
FIN-02151 Espoo, Finland
Phone +358 205 50 11

E-mail: info@gsf.fi; WWW-address: http://www.gsf.fi



Karttalehtijako 1:100 000
Map division 1:100 000

ISBN 951-690-645-1

ISBN 951-690-645-1